

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO

**“SISTEMA EXPERTO PARA EL APOYO EN LA TOMA DE
DECISIONES SOBRE INVERSIONES EN LA BOLSA DE
VALORES BASADO EN LÓGICA DIFUSA”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCION INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

POSTULANTE: RUBÉN PEDRO CANAVIRI ALÍ
TUTOR METODOLÓGICO: M.SC. ALDO R. VALDEZ ALVARADO
ASESOR: LIC. GROVER ALEX RODRÍGUEZ RAMÍREZ

LA PAZ - BOLIVIA

2014



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA

Tesis de Grado:

**Sistema Experto para el apoyo en la toma de decisiones
sobre inversiones en la Bolsa de Valores basado en Lógica Difusa**

Presentado por:

Rubén Pedro Canaviri Alí

Para obtener el grado académico de Licenciatura en Informática mención Ingeniería de
Sistemas Informáticos

Nota Numeral:

.....

Nota Literal:

.....

Ha sido

Aprobado

Director de Carrera: M. Sc. Edgar Clavijo Cárdenas

.....

Tutor:

M. Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado

.....

Asesor:

Lic. Grover Alex Rodríguez Ramírez

.....

Tribunal:

.....

DEDICATORIA

A Natividad y Roberto, quienes me concibieron y criaron con mucho amor, quienes me brindaron su apoyo incondicional, especialmente anímico, para enfrentar aquellas situaciones que requieren de mucho temple para seguir avanzando en la vida. A Oscar Ángel por ser una persona original y a quien admiro demasiado, a todos los quiero mucho.

A Juan y Antonia, que pese a no conocerme por completo, supieron comprenderme y aceptarme así como a mis convicciones. A Zenaida Cecilia y Pablo Antonio por considerarlos como mi hermana y hermano respectivamente.

Finalmente, dedico la realización de este trabajo de grado a Gabriela y Diana, que son la base fundamental de mi felicidad. A Gabriela por impulsarme todos los días con sus palabras, y a mi querida Diana por representar el motor que impulsa mi vida. Este trabajo de grado va especialmente dedicado a ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas aquellas personas que contribuyeron, aportaron y ayudaron en la elaboración del presente trabajo de grado, y que sin su apoyo no hubiese sido posible, a todos y todas un agradecimiento infinito.

Al M. Sc. Aldo Ramiro Valdés Alvarado, quién como Tutor Metodológico cumplió a cabalidad su función de guía, sin embargo destaco aún más el carácter motivador que posee y su calidad humana convirtiéndose en una persona de confianza con el que se puede conversar abiertamente.

Al Lic. Grover Alex Rodríguez Ramírez, quién desempeñó la función de Asesor, haciéndolo con mucha paciencia y esmero, disponiendo de su tiempo en la revisión de la presente investigación. También destaco la gran personalidad que posee, una persona que infunde amistad y respeto.

Otro agradecimiento igual de importante a los profesionales Edmundo Gómez y Carlos Loayza, uno Administrador de Empresas y el otro Contador Público, quienes desempeñaron una de las funciones centrales en el desarrollo de la presente tesis de grado, siendo ellos los expertos que aportaron su valioso conocimiento.

También son merecedores de mi reconocimiento Daniel Pérez, Fernando Árzabe y Willy Chuquimia, personas con gran trayectoria en la Biblioteca de la Carrera de Informática, con sus palabras de aliento, apoyo anímico y comprensión, impulsaron la realización de la presente Tesis de Grado. Me considero una persona afortunada por haber trabajado con ellos.

A todos mis amigos y compañeros en la Carrera de Informática, que no individualizo por no ser ingrato con nadie, gracias por la amistad, por la valiosa información que en cierto momento compartimos, académica y extra académica; pero por sobre todo por hacerme sentir en la Universidad como en casa.

Quiero expresar también mi gratitud a Roberto, Natividad, Juan Pablo, Antonia y Zenayda Cecilia, por su colaboración en las innumerables actividades humanas y que permitieron la generación valiosa de espacios de tiempo, que se usaron en la realización del presente trabajo de grado.

Finalmente un especial e infinito agradecimiento a Gabriela y Diana de quienes recibí la más amplia comprensión, pero que a la vez representan el motor fundamental que impulsó la conclusión de mi trabajo de fin de carrera.

A todos y todas un eterno agradecimiento, que Dios les bendiga.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. MARCO INTRODUCTORIO	1
1. 1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.3.1 PROBLEMA CENTRAL	7
1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS	8
1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	9
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.5. HIPÓTESIS	10
1.5.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	10
1.6. JUSTIFICACIÓN	11
1.6.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	11
1.6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	12
1.6.3 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	12
1.7. LÍMITES Y ALCANCES	12
1.7.1 LÍMITES.....	13
1.7.2 ALCANCES	13
1.8. APORTES	14
1.8.1 APORTE PRÁCTICO	14
1.8.2 APORTE TEÓRICO.....	14
1.9. METODOLOGÍAS	15

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL	16
2.2. SISTEMAS EXPERTOS	17
2.2.1. DEFINICIÓN DE SISTEMA EXPERTO	18
2.2.2. COMPARACIÓN SISTEMA EXPERTO VS SISTEMA CLÁSICO	19
2.3. METODOLOGÍA BUCHANAN	20
2.3.1. IDENTIFICACIÓN	20
2.3.2. CONCEPTUALIZACIÓN.....	20
2.3.3. FORMALIZACIÓN	21
2.3.4. IMPLEMENTACIÓN	22
2.3.5. TESTEO.....	22
2.3.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO	23
2.4. LÓGICA DIFUSA	23
2.4.1. CONCEPTO	23
2.4.2. TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS	25
2.4.2.1. CONJUNTOS DIFUSOS	25
2.4.3. FUNCIÓN DE PERTENENCIA	25
2.4.4. OPERACIONES ELEMENTALES CON CONJUNTOS DIFUSOS	26
2.4.4.1 INFERENCIA DIFUSA.....	26
2.4.4.2 REGLAS DIFUSAS	26
2.4.4.3 IMPLICACIÓN DIFUSA	27
2.4.5. ETAPAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DIFUSO	28
2.4.5.1. FUZZIFICACIÓN DE LAS ENTRADAS	28

2.4.5.2 DEFUZZIFICACIÓN.....	29
2.5. EL MERCADO DE VALORES.....	29
2.5.1. SISTEMA FINANCIERO	29
2.5.2. MERCADOS FINANCIEROS.....	30
2.5.3. SEGMENTOS DE LOS MERCADOS FINANCIEROS.....	30
2.5.4. MERCADO DE VALORES.....	30
2.5.5. SEGMENTOS DE MERCADO DE VALORES	31
2.5.5.1. POR EL TIPO DE COLOCACIÓN	31
2.5.5.2. POR EL MECANISMO DE NEGOCIACIÓN.....	31
2.5.6. PARTICIPANTES DEL MERCADO DE VALORES	32
2.6. LA BOLSA DE VALORES	33
2.6.1. CONCEPTO	33
2.6.2. LA PARTICIPACIÓN EN BOLSA	33
2.7. PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN.....	33
2.7.1. CONCEPTO DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN	34
2.7.2. TIPOS DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN SEGÚN TOLERANCIA AL RIESGO DE INVERSIÓN	36
2.7.3. ESTRUCTURACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN.....	37
2.7.3.1. FACTORES CLAVES A CONSIDERAR.....	38
2.7.3.2. ASIGNACIÓN DE ACTIVOS.....	39
2.7.3.3. LOS PILARES PARA ARMAR UN BUEN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN.....	40
2.7.4.1. COMPONENTES EN SELECCIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN.....	42

2.8.4.2. AVERSIÓN AL RIESGO	44
2.7.4.3. FRONTERA EFICIENTE.....	46
2.7.5. MODELO DE HARRY MARKOWITZ	49
2.7.5.1. TEORÍA DE CARTERAS DE INVERSIÓN DE HARRY MARKOWITZ ..	51
2.7.5.2. OBTENCIÓN DE LA VARIANZA EN EL MODELO DE HARRY MARKOWITZ	52
2.7.5.3. OBTENCIÓN DE COVARIANZA EN EL MODELO DE HARRY MARKOWITZ	54
CAPÍTULO III. MARCO APLICATIVO	55
3.1. INTRODUCCIÓN.....	55
3.2. PROCESO DE DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO.....	56
3.2.1. IDENTIFICACIÓN	56
3.2.1.1. FAMILIARIZACIÓN CON EL PROBLEMA	56
3.2.1.2. IDENTIFICACIÓN DE ROLES Y FUENTES DE CONOCIMIENTO	58
3.2.1.3. ARQUITECTURA GENERAL DE SISTEMA EXPERTO	59
3.2.1.4. FACILIDADES COMPUTACIONALES.....	60
3.2.1.5. OBJETIVOS Y METAS	61
3.2.2. CONCEPTUALIZACIÓN.....	61
3.2.2.1. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO	61
3.2.2.2. DELIMITACIÓN	62
3.2.3. FORMALIZACIÓN	63
3.2.3.1. BASE DE CONOCIMIENTO.....	63
3.2.3. IMPLEMENTACIÓN	75

3.2.3.1. ESTRUCTURA GENERAL DEL MOTOR DE INFERENCIA	75
3.2.3.2. DIAGRAMA DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA EXPERTO	83
3.2.3. TESTEO.....	86
3.2.3.1. FUNCIONAMIENTO	86
CAPÍTULO IV PRUEBA DE HIPÓTESIS	16
CAPÍTULO IV. PRUEBA DE HIPÓTESIS	92
4.1. INTRODUCCIÓN	92
4.2. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	92
4.2.1. REDACCIÓN DE HIPÓTESIS	93
4.2.2. DEFINIR EL PORCENTAJE DE ERROR ALFA.....	93
4.2.3. ELECCIÓN DE LA PRUEBA	94
4.2.4. CÁLCULO DE P – VALOR	94
4.2.5. DECISIÓN ESTADÍSTICA	102
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
5.1. INTRODUCCIÓN	104
5.2. CONCLUSIONES	104
5.2. RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS	104
ÁRBOL DE PROBLEMAS	105
ÁRBOL DE OBJETIVOS	106
MATRIZ DEL MARCO LÓGICO	107

CRONOGRAMA..... 108

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1: Etapas para la elaboración de un SE según la metodología Buchanan	23
Figura 2.2: Elementos de un Conjunto Difuso	24
Figura 2.3: Estructura de un Sistema Difuso	25
Figura 2.4: Participantes del Mercado de Valores	32
Figura 2.5: Tipos de Portafolios de Inversión según tolerancia y riesgo de inversión	37
Figura 2.6: Utilidades estableciendo un inversionista en específico	45
Figura 2.7: Índice de correlación $P=1$	47
Figura 2.8: Índice de correlación $P=-1$	47
Figura 2.9: Índice de correlación $P=0$	48
Figura 2.10: Conjunto de oportunidades y conjunto eficiente	49
Figura 3.1: Relación Inversionista – Dinero – Inversión – Retornos	57
Figura 3.2: El papel del Asesor para con el Inversionista	57
Figura 3.3: Participante en el desarrollo del Sistema Experto	58
Figura 3.4: Arquitectura general del Sistema Experto	59
Figura 3.5: Herramienta para el desarrollo del Prototipo del Sistema Experto	60
Figura 3.6: Conjuntos Difusos para la variable Edad	66
Figura 3.7: Conjuntos Difusos para la variable ExpRetiro	67
Figura 3.8: Conjuntos Difusos para la variable AcepPerdid	68
Figura 3.9: Conjuntos Difusos para la variable PredInvRV	69
Figura 3.10: Conjuntos Difusos para la variable AcepRiesIng	70
Figura 3.11: Conjuntos Difusos para la variable SufPatrRet	71
Figura 3.12: Conjuntos Difusos para la variable Perfil - Inversionista	72
Figura 3.13: Estructura General del Motor de Inferencia	76
Figura 3.14: Variable Edad	76
Figura 3.15: Variable ExpRetiro	77
Figura 3.16: Variable AcepPerdida	78
Figura 3.17: Variable PredInvRV	78

Figura 3.18: Variable AcepRiesIng	79
Figura 3.19: Variable SufPatrRetiro	80
Figura 3.20: Variable Perfil Inversionista	80
Figura 3.21: Reglas de Inferencia	81
Figura 3.22: Razonamiento difuso	82
Figura 3.23: Superficies	83
Figura 3.24: Funcionamiento general del asesoramiento en inversiones	84
Figura 3.25: Funcionamiento detallado del asesoramiento en inversiones	85
Figura 3.26: Determinación del grado de tolerancia del inversionista	87
Figura 3.27: Evolución de rentabilidad de los activos financieros	88
Figura 3.28: Curva de la Frontera Eficiente	89
Figura 3.29: Portafolio Eficiente	90
Figura 4.1: Insumos para la emisión de conclusiones	95
Figura 4.2: Conclusiones del Experto Humano	96
Figura 4.3: Código Matlab para conclusiones Sistema Experto (1)	97
Figura 4.4: Código Matlab para conclusiones Sistema Experto (2)	98
Figura 4.5: Conclusiones Sistema Experto	99
Figura 4.6: Consolidación de datos y conclusiones	100
Figura 4.7: Prueba de normalidad	101
Figura 4.8: Prueba de muestras emparejadas	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Comparación Sistema Clásico Vs. Sistema Experto	19
Tabla 3.1. Variables Lingüísticas	64
Tabla 3.2. Variable Lingüísticas de Salida	65
Tabla 3.3. Descripción Extendida de las Variables Lingüísticas de Entrada	65
Tabla 3.4. Funciones de pertenencia para la variable Ed	66
Tabla 3.5. Funciones de pertenencia para la variable ExpRetiro	67
Tabla 3.6. Funciones de pertenencia para la variable AcepPerdidas	68
Tabla 3.7. Funciones de pertenencia para la variable AcepRiesIng	70
Tabla 3.8. Funciones de pertenencia para la variable SufPatrRet	71
Tabla 3.9. Funciones de pertenencia para la variable Perfil - Inversionista	72

RESUMEN

El mercado de valores ha adquirido un sitial importante en la economía, debido a que es un intermediario entre aquellos entes que buscan financiamiento para sus operaciones como para los que desean invertir para mejorar sus ingresos. Los inversionistas acuden frecuentemente a buscar mejores rendimientos para sus inversiones. En el presente trabajo de grado el estudio se centra en la inversión en el contexto de la bolsa de valores.

El objetivo fundamental de la tesis es el desarrollo de un sistema experto basado en lógica difusa, que captura el conocimiento de expertos en el área, emulando su razonamiento, con soporte para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores, de tal manera que se maximicen rentabilidades pero además permita disminuir los riesgos de pérdidas económicas.

El sistema experto propuesto realiza el diagnóstico de tipo de inversionista con el fin de apoyarlo de manera precisa, realizando luego un análisis de conformación de cartera de inversión a objeto de proporcionar al inversor las mejores condiciones de inversión posibles. El sistema experto también tiene la capacidad de, en base a ciertas variables bursátiles, proporcionar al inversionista sugerencias como apoyo en la toma de decisiones en la inversión final. El sistema experto está dotado con la posibilidad de gestión de lógica difusa para una mayor flexibilidad en la recepción de entradas y la producción de salidas.

El presente trabajo de grado se justifica porque pretende establecer nuevos nexos entre la informática y las ciencias económicas y financieras, permitiendo así la integración y el avance de ambas ciencias.

El método científico y el enfoque del marco lógico, fueron utilizados en el proceso de investigación; por otro lado los métodos, técnicas y herramientas de ingeniería de software para desarrollo del prototipo del sistema experto son la Metodología Buchanan, Lógica Difusa, Modelo de conformación de carteras eficientes y Matlab.

La conclusión general del presente trabajo de grado, respecto del estado de los objetivos trazados, radica en que es posible el desarrollo del Sistema Experto con soporte para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores y que éste emula el razonamiento de los expertos en el tema, con un grado de confiabilidad del 95%.

El apoyo que proporciona el Sistema Experto sobre decisiones bursátiles posibilita la obtención de portafolios de inversión óptimos, lo que implica máximos rendimientos según la tolerancia al riesgo que tenga el inversionista. Este prototipo software emula la experiencia de expertos en el tema, porque tiene la capacidad de, en base a ciertas características, determinar la tolerancia al riesgo del potencial inversor, determinando así un perfil de inversionista para proponer de manera adecuada y personalizada una inversión óptima.

Palabras Claves: Curva Frontera Eficiente, Portafolio de Inversión Óptimo, Teoría Moderna de la cartera, Perfil Inversionista, Rentabilidad, Riesgo, Mercado de Valores, Bolsa de Valores, Inteligencia Artificial, Sistema Experto, Lógica Difusa, Metodología Buchanan.

SUMMARY

The stock market has acquired an important seat in the economy, because he/she is a middleman among those entities that look for financing for its operations like for those that want to invest to improve its revenues. The investors frequently go to look for better yields for their investments. Presently grade work the study is centered in the investment in the context of the stock exchange.

The fundamental objective of the thesis is the development of an expert system based on diffuse logic that captures the knowledge of experts in the area emulating its reasoning, with support for the support in the taking of decisions it has more than enough investments in stock markets, in such a way that profitabilities are maximized but also allow to diminish the risks of economic losses.

The proposed expert system carries out the diagnosis of investor's type with the purpose of supporting him in a precise way, carrying out an analysis of conformation of investment wallet then to object of providing the investor the best possible investment conditions. The expert system also has the capacity of, based on certain market variables, to provide to the investor suggestions like support in the taking of decisions in the final investment. The expert system is endowed with the possibility of administration of diffuse logic for a bigger flexibility in the reception of entrances and the production of exits.

The present grade work is justified because it seeks to establish new nexuses between the computer science and the economic and financial sciences, allowing this way the integration and the advance of both sciences.

The scientific method and the focus of the logical mark, they were used in the investigation process; on the other hand the methods, technical and tools of software engineering for development of the prototype of the expert system are the Methodology Buchanan, Diffuse Logic, I Model of conformation of efficient wallets and Matlab.

The general conclusion of the present grade work, regarding the state of the objectives layouts, resides in that is possible the development of the Expert System with support for the support in the taking of decisions has more than enough investments in stock markets and that this emulates the reasoning of the experts in the topic, with a grade of dependability of 95%.

The support that provides the Expert System about market decisions facilitates the obtaining of good investment briefcases, what implies maximum yields according to the tolerance to the risk that has the investor. This prototype software emulates the experience of experts in the topic, because he/she has the capacity of, based on certain characteristics, to determine the tolerance to the potential investor's risk, determining this way investor's profile to propose in an appropriate and personalized way a good investment.

Key words: Efficient Opposite curve, Good Briefcase of Investment, Modern Theory of the wallet, Profile Investor, Profitability, Risk, Stock market, Stock exchange, Artificial Intelligence, Expert System, Diffuse Logic, Methodology Buchanan.

CAPÍTULO I
MARCO
INTRODUCTORIO

CAPÍTULO I. MARCO INTRODUCTORIO

1. 1. INTRODUCCIÓN

El mercado de valores ha adquirido con el tiempo un sitio importante en la economía, debido a que es un intermediario entre aquellos entes que buscan financiamiento para sus operaciones como para los que desean invertir para mejorar sus ingresos.

Las entidades se dirigen a las bolsas de valores a demandar fondos o a invertirlos; los inversionistas independientes también han acudido frecuentemente a buscar mejores rendimientos para sus inversiones. En el presente trabajo de grado el estudio se centra en la inversión en el contexto de la bolsa de valores.

Los resultados de la presente tesis permitirán que las personas, con diferente formación académica, inviertan en valores negociados contando con el apoyo de un sistema experto asesorándole en base a conocimiento de expertos en el tema. El sistema experto antes mencionado emitirá sugerencias de inversiones con el propósito de que éstas sean óptimas en el sentido de tener los mejores rendimientos para bajos índices de riesgos, formando así los portafolios de inversiones convenientes.

Desde luego que cada inversionista debe tener en claro ciertos conceptos como portafolio de inversión entre otros para poder hacer uso del sistema experto producto de este trabajo de investigación.

El ámbito de trabajo de la presente tesis en cuanto a inversiones en el mercado de valores está enmarcado en la inversión en acciones de renta variable regidos por el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) utilizando el procedimiento de Cartera Óptima propuesto por Harry Markowitz que posee un enfoque estocástico.

1.2. ANTECEDENTES

Desde que empezaron los intercambios de valores en el siglo XIII, en los orígenes del mercado bursátil, en la ciudad de Brujas (Bélgica), las bolsas de valores han ido evolucionando hasta convertirse en mercados internacionales al que acuden personas y entidades de todo el mundo, ofertantes y demandantes de productos de instrumentos financieros. Con el paso del tiempo, estos mercados se han perfeccionado y contribuyen cada vez más a la canalización de financiamiento de manera libre, eficiente, competitiva, equitativa y transparente, atendiendo a ciertas reglas acordadas previamente por todos los participantes en el mercado.

El mercado ofrece diversas alternativas de inversión, entre las que destacan las acciones por ser el instrumento de mayor rendimiento y que permite a los inversionistas participar en la creación de valor de las empresas emisoras de diferentes sectores. El inversionista participa de las utilidades de la compañía, mediante el pago de dividendos; además de obtener una rentabilidad a partir de la valorización del título en el mercado de valores. Sin embargo, el mayor problema al que se enfrentan los intermediarios financieros al formar un portafolio de inversión con acciones consiste en identificar y seleccionar una composición óptima de títulos que generen el menor riesgo para un máximo rendimiento. Para ello es necesario identificar primeramente cuáles son los títulos que se deben considerar de acuerdo con una serie de procedimientos y, en segundo lugar, el volumen de cada título a comprar. Es conveniente mencionar que hay una relación directa entre riesgo y rendimiento, es decir, un instrumento financiero que ofrezca mayor rendimiento, usualmente tiene un mayor riesgo implícito. El rendimiento se puede percibir como el incentivo que debe tener cualquier inversionista para vencer la natural aversión al riesgo.

Por otro lado, el riesgo es la probabilidad de perder todo o parte del capital invertido. De acuerdo con Scott Besley y Eugene F. Brigham (2009), el riesgo se define como la probabilidad de que ocurra un resultado distinto al esperado. Básicamente, el riesgo financiero se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento que tenga consecuencias financieras para una persona o una empresa; es la incertidumbre que proviene del hecho de que no se puede saber exactamente lo que sucederá en el futuro.

Un portafolio de inversión o cartera de inversión, según Arturo Morales y José Antonio Morales (2002), es un conglomerado de distintas inversiones que en conjunto forman el monto total de una inversión mediante una combinación de activos; en otras palabras, es una selección de acciones o valores que se negocian en el mercado bursátil y en los que una persona o empresa deciden colocar o invertir su dinero. El objetivo de la formación de estas carteras de inversión es reducir el riesgo mediante la diversificación de instrumentos, plazos y lugares.

La teoría de la cartera consiste en la elección de carteras óptimas, es decir, carteras que proporcionan el rendimiento más alto posible en cualquier grado específico de riesgo, o el riesgo más bajo posible en cualquier tasa de rendimiento. Entonces, para poder determinar las carteras óptimas es necesario analizar los dos componentes elementales que las integran: rendimiento y riesgo. Algunas herramientas matemáticas que brindan soporte y complementan el análisis para la selección de portafolios óptimos son la desviación estándar, la varianza, la covarianza, la correlación, las betas y la construcción de la frontera eficiente. Estas fórmulas estadísticas ayudan a disminuir la incertidumbre al momento de llevar a cabo la inversión en alguna cartera.

Hablando de los Sistemas Expertos Informáticos y la Inteligencia Artificial (IA) estuvo dedicada a investigaciones teóricas, al desarrollo de experimentos a través de programas que demuestran “actitudes inteligentes”, a partir de los años 70 que surgió el paradigma de los “Sistemas Expertos”, cuya función es desarrollar trabajos similares a los que desarrollaría un especialista en un área determinada, la idea es que estos sistemas sirvan de apoyo a los especialistas en un “dominio” de aplicación específico. Se usa para enfatizar que el conocimiento pertenece a un problema específico.

La Inteligencia Artificial (IA) posee características humanas tales como el aprendizaje, la adaptación, el razonamiento, la autocorrección, el mejoramiento implícito, y la percepción modular del mundo, existiendo muchos objetivos, dependiendo del punto de vista o utilidad que pueda encontrarse a la Inteligencia Artificial (IA).

En los años 90 surgen los agentes inteligentes y en el 2000, se está a punto de cumplir la prueba de Turing. Existirá Inteligencia Artificial (IA) cuando no sea posible distinguir entre un ser humano y un programa de computadora en una conversación a ciegas.

Los sistemas expertos (SE) forman parte de un firme y verdadero avance en inteligencia artificial (IA), los sistemas expertos pueden incorporar miles de reglas, que pueden realizar amablemente esta tarea; mientras que la persona responde a las preguntas formuladas por el sistema experto, este busca recorriendo las ramas más interesantes del árbol, hasta dar con la respuesta afín al problema, o en su ausencia, la más parecida a esta.

A partir de 1965, comenzaron a desarrollarse los Sistemas Expertos (SE) utilizando bases de conocimiento definidas minuciosamente. Dos años más tarde se construye DENDRAL, el cual es considerado como el primer (SE). La función de dicho Sistema Experto era identificar estructuras químicas moleculares a partir de su análisis espectrográfico.

En la década de los setenta se desarrolló MYCIN para consulta y diagnóstico de infecciones de la sangre. Este sistema introdujo nuevas características: utilización de conocimiento impreciso para razonar y posibilidad de explicar el proceso de razonamiento. Lo más importante es que funcionaba de manera correcta, dando conclusiones análogas a las que un ser humano daría tras largos años de experiencia. En MYCIN aparecen claramente diferenciados motor de inferencia y base de conocimientos. Al separar esas dos partes, se puede considerar el motor de inferencias aisladamente. En esa época se desarrollaron también: HERSAY, que intentaba identificar la palabra hablada, y PROSPECTOR, utilizado para hallar yacimientos de minerales del que se derivó el Shell KAS (Knowledge Acquisition System).

En la década de los ochenta se ponen de moda los Sistemas Expertos(SE), numerosas empresas de alta tecnología investigan en este área de la inteligencia artificial, desarrollando Sistemas Expertos (SE) para su comercialización. Se llega a la conclusión de

que el éxito de un Sistema Experto depende casi exclusivamente de la calidad de su base de conocimiento.

A partir de los noventa y con el desarrollo de la informática, se produce un amplio desarrollo en el campo de la (IA) y los sistemas expertos, pudiéndose afirmar que estos se han convertido en una herramienta habitual en determinadas empresas en la actualidad.

La evolución histórica de los métodos utilizados en el desarrollo de los sistemas expertos también se ha producido a medida que se ha ido desarrollando la Inteligencia Artificial (IA) y los diferentes métodos que se han empleado para su resolución. El desarrollo de lenguajes como LISP y PROLOG condicionaron esa evolución, así como investigaciones en diversos campos relacionados

Sin embargo pese a que existen teorías sobre la elección de carteras de inversión no existen sistemas expertos que encapsulen el conocimiento de expertos y que sirvan de apoyo en la elección de inversiones que permitan buenos rendimientos a bajos riesgos.

También es importante considerar aquellos trabajos similares porque pueden servir como insumos para el desarrollo del presente trabajo de grado, éstos se muestran a continuación.

- “Sistema de gestión financiera SCEF para participantes de la Bolsa Boliviana de Valores S.A” Proyecto de grado desarrollado en el año 2005 bajo la autoría de Grover Iván Medina Segura, se puede encontrar con el código T.1234 en la Biblioteca de la Carrera de informática de la UMSA.

El objetivo principal de este trabajo de grado es el desarrollo de un sistema informático para reducir tiempos en la recepción, verificación y almacenamiento de los informes financieros electrónicos de los distintos emisores y agencias de bolsa que participan en la Bolsa Boliviana de Valores. Para lograr esto se utilizó la RUP para el proceso de desarrollo y UML para el modelado.

- “Sistema de negociación electrónica Bolsa Bolivia de Valores S.A” es otra tesis de grado del año 2001, cuyo autor es Javier Salazar Bravo. También es una tesis

disponible en la Biblioteca de la Carrera de Informática de la UMSA con el código T.602.

El principal objetivo de esta tesis es el desarrollo de un Sistema informático de Negociación Electrónica que funciona en una red en la que se encuentran conectados los participantes del mercado de valores, y a través del cual se realizan las negociaciones de valores. Éste medio tecnológico es planteado en respuesta a algunas falencias que presenta la negociación tradicional hasta ese entonces.

- “Modelo predictivo para la Bolsa Boliviana de Valores mediante Redes Neuronales Artificiales” es una tesis de grado almacenado en la Biblioteca de la Carrera de Informática con el código T.803, la autora del mismo es Gina Claudia Cordero Mendoza y su realización se remonta al año 2002.

Este trabajo de grado está enfocado a la construcción de un Modelo Neuronal Predictivo para la compra / venta de valores implementándose en un software neuronal, está destinado al aprendizaje continuo, descubriendo nuevos patrones que ayudarán en la toma de decisiones para realizar una inversión satisfactoria buscando tendencias anticipadas tomando como variable principal al precio de cierre que resume las expectativas acerca del futuro valor. Se usó el Análisis Técnico junto al Oscilador de Williams y Relative Strength Index.

- “Sistema experto de análisis de estados financieros en base a razones” es una tesis de grado bajo el código T.016 en la Biblioteca de la carrera de Informática cuyo autor es Oswaldo Epifanio Figueroa Domejean y el año de elaboración de la tesis es 1991.

Este trabajo de grado determina la situación financiera de una entidad en base al análisis vertical, herramienta del análisis financiero. El software fue codificado en Turbo Prolog.

- “Sistema experto de diagnóstico de crédito financiero personal”, Tesis de grado desarrollado el año 2012 bajo la autoría de Teófilo Condori Niura, disponible en la biblioteca de la Carrera de Informática con el código T.2564.

Este trabajo de grado desarrolló un Sistema Experto para el apoyo a los profesionales en el área de asesoramiento de créditos y personas en general

permitiendo realizar un diagnóstico sobre los diferentes tipos de créditos que existen dentro del sistema bancario

- “Asesor financiero personal” es una tesis de grado realizada el año 2006 con el código T.1332, autoría de Diego Maxilimiano Guarachi Mayta, disponible en la Biblioteca de La Carrera de Informática.

Esta tesis de grado desarrolló un Sistema Experto que colabora en el diagnóstico de perfil de ahorrista y asesorarle en decisiones de movimientos de ahorros personales.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 PROBLEMA CENTRAL

Los principales problemas que se presentan en la inversión en mercados de valores se listan a continuación.

- Inconvenientes en la conformación de portafolios de inversión que minimicen riesgos pero que a la vez maximicen rentabilidades, lo que implica dificultad en la decisión de inversión.
- Pocas herramientas para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en mercado de valores, lo que implica dificultad en la decisión de inversión.
- Incertidumbre sobre el comportamiento de los instrumentos de inversiones, esto implica problemas en la toma de decisiones de inversión.
- Inexistencia de patrones de comportamiento de los instrumentos de inversiones, lo que implica la incertidumbre de lo que acontecerá en el futuro.
- Limitado conocimiento, por parte de inversores independientes que tienen distinta formación a las ciencias económicas y financieras, lo que implica la imposibilidad de hacer análisis de mercado actuando en una situación de mucha incertidumbre en la toma de decisiones de inversión.
- Limitado acceso a asesoramiento personalizado sobre inversiones en mercados de valores, que implica incertidumbre y dificultad en la toma de decisiones de inversiones.

- Pocas herramientas para el diagnóstico del perfil de inversor, lo que provoca malas inversiones y en consecuencia bajos rendimientos o pérdidas.
- Limitada diversificación en cartera de inversiones, esto implica que el riesgo no se minimiza, repercutiendo en la rentabilidad para el inversor.
- Las inversiones inadecuadas repercuten en rentabilidades bajas y en el peor caso pérdidas para los inversionistas

La consecuencia final a la que apunta el listado anterior es la dificultad a la hora de la toma de decisión de inversión, principalmente dado por la incertidumbre generada por el riesgo y que es natural en el mercado bursátil. El planteamiento del problema es presentado en forma de pregunta como sigue:

¿De qué manera los inversionistas pueden mejorar la toma de decisiones sobre inversiones en los mercados de valores, de tal manera que se maximicen rentabilidades pero además permita disminuir los riesgos de pérdidas económicas?

1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS

En el planteamiento del problema se identificó el factor que requiere de una solución, dificultad a la hora de la toma de decisiones en inversión, pero existen otros factores que deben ser resueltos y que la resolución de los mismos contribuyen en gran medida a resolver el factor principal, que en este caso es el problema central. Dichos sub factores se listan con la denominación de problemas secundarios:

- Inconvenientes en la conformación de portafolios de inversión, principalmente en la diversificación, que minimicen riesgos y que maximicen rentabilidades, implica dificultad en la decisión de inversión.
- Pocas herramientas para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en mercado de valores, lo que implica dificultad en la decisión de inversión.

- Comportamiento de los instrumentos de inversiones difíciles de predecir, lo que implica la incertidumbre de lo que acontecerá en el futuro.
- Limitado conocimiento, por parte de inversores independientes que tienen distinta formación a las ciencias económicas y financieras, lo que implica la imposibilidad de hacer análisis de mercado actuando en una situación de mucha incertidumbre en la toma de decisiones de inversión.
- Limitado acceso a asesoramiento personalizado sobre diagnóstico de perfil de inversionista y mercados de valores, que implica incertidumbre y dificultad en la toma de decisiones de inversiones.

1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema experto con soporte para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores, de tal manera que se maximicen rentabilidades pero además permita disminuir los riesgos de pérdidas económicas.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos pretenden responder a los problemas secundarios, pero además contribuyen a lograr el objetivo general, estos se listan a continuación.

- Desarrollar el Sistema Experto usando la Metodología de desarrollo de Sistemas Expertos Buchanan
- Dotar al Sistema Experto la capacidad de analizar y estructurar un conjunto de sugerencias sobre el comportamiento de los instrumentos de inversión para apoyar en la toma de decisiones bursátiles.
- Proporcionar al Sistema Experto propuesto la capacidad de mostrar combinaciones de diversificación de la cartera de inversiones.

- Generar una base teórica para proporcionar a los inversionistas, conocimientos básicos sobre inversión en mercados de valores.
- Hacer que el Sistema Experto sea público y esté disponible para las personas interesadas.
- Generar una base de conocimientos mediante la captura de las sapiencias de expertos en inversiones en mercados de valores para imitar la pericia en el apoyo para la toma de decisiones en negociaciones bursátiles.
- Establecer en el sistema experto una base de hechos que permita modelar el conocimiento concreto.
- Formalizar las reglas de decisión en base a la lógica difusa para flexibilizar tanto entradas como salidas del sistema experto

1.5. HIPÓTESIS

“El Sistema Experto, por medio de la base conocimientos y formalización de reglas a partir de la lógica difusa, permite ayudar en el diagnóstico de perfil de inversionista y apoyar en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores, maximizando rentabilidades pero minimizando riesgos de pérdidas económicas con una confiabilidad del 95 %”

1.5.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Para la operacionalización de variables es necesario identificar las variables que conforman la hipótesis así como sus relaciones, principalmente de dependencia. Los tipos de variables básicas son; Variables Independientes que generalmente son entradas en un sistema, Variables Dependientes que son las que dependen de las entradas, y Variable Interviniente.

En el caso de la hipótesis del presente trabajo de grado se identificaron las siguientes variables:

VARIABLES INDEPENDIENTES : Características del inversionista
Características de los instrumentos de inversión

VARIABLES DEPENDIENTES : Diagnóstico de perfil de inversionista
Sugerencia de inversión
Maximización de Rentabilidades
Minimización de riesgos de pérdidas económicas

VARIABLE INTERVINIENTE : Lógica Difusa

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El desarrollo de la presente tesis de grado es conveniente económicamente por que permitirá maximizar rentabilidades para los inversionistas minimizando a la vez los riesgos de las inversiones en los mercados de valores mediante el apoyo en la toma de decisiones con el sistema experto. Esto se traduce mejores ingresos económicos y protección contra pérdidas producto de los riesgos.

Por otro lado, producto de la ejecución de este trabajo de grado, permitirá al inversionista ahorrar en retribuciones monetarias por conceptos de análisis y asesoramiento sobre inversiones en mercado de valores ya que el software del sistema experto resultante será de uso libre.

Otro ahorro importante, en cuanto a recursos económicos, podría beneficiar a las agencias de bolsa, debido a que tendrían una herramienta gratuita para comparar con sus propias conclusiones y así brindar mejor servicios.

1.6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El desarrollo de la presente tesis de grado beneficiará al conjunto de inversores participantes en los mercados de valores pero además a los potenciales inversores que desean invertir en alguna bolsa de valores. Los participantes como inversores en los mercados de valores se beneficiarán por que tendrán acceso a una herramienta con soporte para el apoyo en la toma de decisiones para decidir si mantienen su cartera de inversiones o la modifican, por otro lado los potenciales inversores usarán la herramienta para realizar nuevas inversiones.

Las agencias de bolsa o corredores de bolsa también forman parte del conjunto de beneficiados por que podría usarse el sistema experto, con las adaptaciones necesarias en función de sus políticas, como un medio de asesoramiento en línea ampliando su campo de acción.

1.6.3 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

El presente trabajo de grado pretende extender la aplicabilidad de los sistemas informáticos inteligentes en el ámbito económico financiero. Que en base a conocimientos ya existentes y luego de la ejecución de la presente tesis, proporcionará un marco teórico ampliado y junto con el conocimiento de expertos en negociaciones en mercados de valores capturados en el sistema experto establecerán nuevos nexos entre la informática y las ciencias económicas y financieras, permitiendo así la integración y el avance de ambas ciencias.

1.7. LÍMITES Y ALCANCES

Para establecer el campo de acción del desarrollo del presente trabajo, es preciso determinar lo que se espera y lo que no se espera obtener del producto final, es decir los aspectos que se pretenden resolver mediante la determinación de alcances; por otra parte

también es conveniente la descripción de los límites permitiendo conocer los aspectos que no intentan resolverse con la presente investigación. Ambos, tanto los límites como los alcances, delimitan el trabajo de investigación permitiendo mantener objetividad en todo el proceso.

1.7.1 LÍMITES

Los límites, como ya se mencionó antes, establecen aquellos aspectos que no se desean resolver, los cuales se muestran en forma de lista.

- El presente trabajo de grado no pretende realizar la negociación electrónica en línea de valores, ya que la esencia del producto final no es transaccional, sino es de apoyo en la toma de decisiones.
- Tampoco se pretende predecir el comportamiento de los instrumentos de inversiones a futuro ya que el sistema experto propuesto realizará un análisis de datos existentes pero no pretenderá proyectarlos a través del tiempo.
- Tampoco se pretende un producto software como tutor, debido a que el inversionista que hará uso del sistema experto deberá tener conocimientos básicos que podrá adquirirlo en el marco teórico del presente trabajo de grado.
- El sistema experto propuesto no realizará simulaciones de las condiciones de mercado de valores.

1.7.2 ALCANCES

Los alcances permiten hacerse una idea de lo que se quiere lograr con el desarrollo del trabajo de investigación, éstos se listan a continuación.

- El sistema experto propuesto realizará un diagnóstico del tipo de inversionista con el fin de apoyarlo de manera precisa.

- El sistema experto también realizará un análisis de conformación de cartera de inversión a objeto de proporcionar al inversor las mejores condiciones de inversión posibles.
- El sistema experto también tendrá la capacidad de, en base a ciertas variables bursátiles, proporcionar al inversionista sugerencias como apoyo en la toma de decisiones en la inversión final.
- El sistema experto estará dotado con la posibilidad de manejar lógica difusa para una mayor flexibilidad en la recepción de entradas y la producción de salidas.

1.8. APORTES

Los aportes del desarrollo del presente trabajo de grado se encuentran en los ámbitos de investigación prácticos como en los teóricos, los mismos que se detallan en las secciones siguientes:

1.8.1 APORTE PRÁCTICO

El aporte práctico está representado por el sistema experto desarrollado junto a las pruebas realizadas para la validación del mismo. El prototipo del sistema experto deberá sacar las mismas conclusiones que el experto humano, aunque por supuesto existe un margen de error que es completamente normal en este tipo de sistemas informáticos de inteligencia artificial.

1.8.2 APORTE TEÓRICO

El aporte teórico está formado por la teoría que extiende lo conocido tanto vinculando las ciencias económicas y financieras con las ciencia informática, y que es producto del proceso de investigación de la presente tesis de grado. Este conocimiento

establecerá nuevos nexos entre la informática y las ciencias económicas y financieras, permitiendo así la integración y el avance de ambas ciencias

Esta fundamentación teórica servirá para abordar problemas semejantes en ámbitos similares o en otros ámbitos planteados en otros trabajos de investigación científica.

1.9. METODOLOGÍAS

En cuanto a las metodologías y técnicas consideradas en el desarrollo del presente trabajo de grado, se subdividen en dos grupos, el primer grupo conformado por la metodología denominada método científico y el enfoque del marco lógico, destinados a usarse en el proceso de investigación; y el segundo grupo conformado por métodos, técnicas y herramientas de ingeniería de software en el desarrollo del prototipo del sistema experto.

En el primer grupo, mencionado en párrafo anterior, sirve de guía en el proceso de investigación, ordenando las etapas desde los inicios hasta la emisión de las conclusiones y recomendaciones. Dentro del método científico se realizará una investigación de tipo descriptivo.

Por otra parte en el segundo grupo de métodos, técnicas y herramientas de la ingeniería de software se usarán: La metodología de Buchanan, lógica difusa, Matlab con sus cajas de herramientas. Cabe destacar que lo mencionado no es limitativo ni definitivo, puede ocurrir que en el proceso de investigación surja la necesidad de cambiar de métodos, técnicas o herramientas.



CAPÍTULO II

MARCO

TEÓRICO

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Para definir la Inteligencia Artificial en el contexto de la presente investigación, es necesario acudir a las definiciones elaboradas por otros autores, una de ellas:

“La inteligencia artificial es una rama de la informática que se dedica a programar los ordenadores de forma que realicen tareas que fuesen realizadas por un ser humano, requiriendo inteligencia por parte de esa persona”. [Russell, 96]

Por otro lado existen otros autores cuyas definiciones se centran en el comportamiento y en el razonamiento

En función del comportamiento:

“El estudio de cómo hacer computadoras que hagan cosas que. De momento, la gente hace mejor” (Rich y Knight, 1991).

“Un campo de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales” (Schalkoff, 1990)

En función del raciocinio:

“El esfuerzo por hacer a las computadoras pensar... maquinas con mentes en el sentido amplio y literal”(Haugeland 1985)

“El estudio de las facultades mentales a través del estudio de modelos computacionales” (Charniak y Macdermott, 1985)

Por lo expuesto por Rusell, Rich y Knight, Schalkoff, Haegeland pero también por Charniak y Macdermoft, y dado que la inteligencia (en general) es la capacidad de generar respuestas a problemas de forma sistemática, entonces se plantea la siguiente definición:

“La Inteligencia Artificial es una rama de la Informática que se encarga de dotar a las computadoras, mediante su programación, el comportamiento y raciocinio del ser humano, emulando su inteligencia para generar soluciones a problemas complejos mediante un enfoque sistémico”.

Las técnicas y campos de la Inteligencia Artificial que se relacionan con el presente trabajo son:

- Ingeniería del conocimiento (Knowledge Engineering)
- Lógica difusa (Fuzzy Logic)
- Sistemas basados en reglas (Rule-Based Systems)
- Sistemas expertos (Expert Systems)

Según Garcian, la inteligencia artificial enfrenta dos dificultades esenciales en la emulación de la inteligencia humana:

La primera, radica en que los seres humanos, no saben realmente cómo realizar la mayoría de sus actividades intelectuales.

La segunda, consiste en que las computadoras no se enfrentan a esas tareas de la misma manera que los seres humanos, dado que tienen que estar previamente programadas en lenguajes en los que solo es posible expresar conceptos muy elementales.

2.2. SISTEMAS EXPERTOS

La inquietud del ser humano por saber si el raciocinio es una característica compartida no es reciente, tal y como declara Samper (2004):

“Antes de la aparición del ordenador, el hombre ya se preguntaba si se le arrebataría el privilegio de razonar y pensar. En la actualidad existe un campo dentro de la inteligencia artificial al que se le atribuye esa facultad: el de los sistemas expertos (SE)”

Está claro que no se encontró razonamiento ni inteligencia en ningún lugar, así que se hicieron investigaciones para generarla de manera artificial pero, que como se verá posteriormente, en función de la inteligencia y el razonamiento humano.

Como lo menciona Samper, los Sistemas Expertos tienen la cualidad de emular el razonamiento de los expertos humanos en algún área.

2.2.1. DEFINICIÓN DE SISTEMA EXPERTO

Para formar una definición apropiada de Sistema Experto es necesario acudir a definiciones propuestas por investigadores en esta materia:

Nilsson (2001) y Lahoz (2004): “Una de las aplicaciones de las técnicas de razonamiento con hechos y reglas en la inteligencia artificial son los Sistemas Expertos. Un sistema experto es un programa que emula el comportamiento de un experto en un dominio concreto, consiste en simular el mecanismo de razonamiento que seguirá un experto humano utilizando el método heurístico, que consiste en aplicar los mecanismos que subyacen en el razonamiento, y que conducen a un experto humano a un cierto resultado o conclusión.

Giarratano & Riley (2001): “Un sistema experto es un sistema de cómputo que emula la habilidad de tomar decisiones de un especialista humano. El término emular significa que el sistema experto tiene el objetivo de actuar en todos los aspectos como un especialista humano. Una emulación es mucho más fuerte que una simulación, que en algunos aspectos solo requiere que se actúe como en la realidad”.

Parsaye, (1989): “Un Sistema Experto es un programa de computadora interactivo que contiene la experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o grupos de personas especialistas en un área particular del conocimiento humano, de manera que permitan resolver problemas específicos de ése área de manera inteligente y satisfactoria. La tarea principal de un SE es tratar de aconsejar al

Entonces, la definición de Sistema Experto en el contexto del presente trabajo de grado se enuncia así:

“Los Sistemas Expertos, una rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos basados en el conocimiento que emulan el comportamiento racional, basado en el método heurístico, de un experto humano en una especialidad determinada, esto con el objetivo de resolver problemas donde implique la toma de decisiones en situaciones deterministas e inciertas y procurando explicar sus mecanismos de razonamiento con grado de fiabilidad”.

2.2.2. COMPARACIÓN SISTEMA EXPERTO VS SISTEMA CLÁSICO

Por supuesto, un sistema experto es muy diferente a un sistema clásico o tradicional:

SISTEMA CLÁSICO	SISTEMA EXPERTO
Conocimiento y procedimiento combinados en un programa	Base de conocimiento separada del mecanismo
No contiene errores.	Puede contener errores.
No da explicaciones, los datos solo se usan o se escriben	Una parte del sistema experto forma la parte del módulo de explicación.
Los cambios son tediosos pero no frecuentes.	Los cambios en las reglas, e interacción de estas se hace de manera sencilla pero frecuentes.
El sistema solo opera completo.	El sistema puede prescindir de algunas reglas y componentes.
Se ejecuta en paso a paso.	La ejecución utiliza heurísticas y lógica.
Necesita información completa para operar.	Puede operar con información incompleta.
Representa y usa datos.	Representa y usa conocimientos.
Trabajan sobre un único dominio.	Pueden abarcar una amplia gama de dominios.
Usa tipos de datos Numéricos.	Usa tipos de datos Simbólicos.
Tiene conocimientos Precisos.	Tiene conocimientos Imprecisos.
Las soluciones son óptimas.	Las soluciones son satisfactorias.

Tabla 2.1. Comparación Sistema Clásico Vs. Sistema Experto

Fuente: (Rolston, 1995)

2.3. METODOLOGÍA BUCHANAN

La metodología que se utiliza es la de Buchanan que tiene como pilar básico la adquisición de conocimiento (de distintas fuentes, como ser libros, expertos, otros). (García Martínez & Britos, 2004).

Las etapas que contempla esta metodología y que el ingeniero de conocimiento debe pasar para construir un Sistema Experto son seis: Identificación, Conceptualización, Formalización, Implementación, Revisión del prototipo y Testeo.

2.3.1. IDENTIFICACIÓN

Es la familiarización con el problema y el dominio, abarca desde la lectura de libros o artículos, las entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema y la búsqueda de un experto que colabore en la construcción del sistema; como también la definición de funciones o tareas más idóneas para ser realizadas por el sistema experto.

Estas tareas son importantes para determinar el lenguaje y sistema a usarse. El ingeniero de conocimiento debe sentirse razonablemente cómodo respecto del dominio del problema, como para conversas inteligentemente con el experto, en resumen:

- Se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento.
- Se establecen las facilidades computacionales y presupuestos.
- Se identifican los objetivos o metas.

2.3.2. CONCEPTUALIZACIÓN

Delimita el sistema, con el objetivo de identificar y caracterizar el problema informalmente. El experto de campo y el ingeniero de conocimiento definen el alcance del sistema experto, es decir, que problemas va a resolver concretamente el sistema experto.

Se analizarán los conceptos infundidos por el experto de campo, los mismos serán tomados en cuenta con sumo interés, pues el experto humano es quién conoce en detalle los fundamentos articulares del tema a investigar.

2.3.3. FORMALIZACIÓN

Es la obtención de la estructura de inferencia del sistema experto. Con el problema adecuadamente definido el ingeniero de conocimiento empieza a determinar los principales conceptos del dominio que se requieren para realizar cada una de las tareas que va a resolver el sistema. Esto es importante para la tarea de definición del sistema experto y para mantener una adecuada documentación del mismo, ya que es útil para la tarea de diseño, construcción y para posteriores modificaciones del sistema.

El ingeniero de conocimiento debe prestar atención al experto de campo para encontrar la estructura básica que el experto utiliza para resolver el problema. Está formada por una serie de mecanismos organizativos que el experto de campo usa para manejarse en ese dominio. Esta estructura básica de organización del conocimiento le permite al experto realizar ciertos tipos de inferencias.

El ingeniero de conocimiento además debe reconocer las estrategias básicas que usa el experto cuando desarrolla su tarea, que hechos establece primero, que tipos de preguntas realiza primero, si define supuestos inicialmente sin bases con información tentativa, como determina el experto que pregunta debe usar para refinar sus suposiciones y en qué orden el experto prosigue con cada subtarea y si ese orden varía según el caso.

En resumen, se identifican conceptos relevantes e importantes además el resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos sub problemas es una especificación parcial para construir un prototipo de la base de conocimiento.

2.3.4. IMPLEMENTACIÓN

Es definir el prototipo del Sistema Experto. El ingeniero de conocimiento debe formalizar el conocimiento obtenido del experto. Esta tarea implica definir que arquitectura permitirá una mejor organización del conocimiento. Es necesario elegir la organización, lenguaje y medio ambiente de programación adecuados para la aplicación particular.

Se definen los conceptos primitivos, con la forma de representación elegida. Este es el primer paso hacia la implementación del prototipo. El ingeniero de conocimiento a medida que se desarrolla el prototipo deberá realizar y procurar lo siguiente:

- 1) Que el formalismo usado es el apropiado para reflejar los conceptos y el proceso de inferencia del experto.
- 2) Que las características de construcción del lenguaje capturen exactamente los aspectos estructurales importantes de los conceptos usados por el experto.
- 3) Que la estructura del control del lenguaje al activar las reglas refleje la estrategia usada por el experto.
- 4) Que las reglas reflejen asociaciones y métodos que son los usados por el experto y son modelos aceptables de dichos métodos.

El ingeniero de conocimiento puede presentar las reglas definidas y en ocasiones los resultados obtenidos al usar las reglas, para que el experto manifieste su opinión sobre la representación y soluciones.

2.3.5. TESTEO

El testeo es optimizar el prototipo del sistema experto. Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose que el Sistema Experto posea eficiencia.

2.3.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO

Se refina el sistema prototipo, depurado la base de conocimientos, refinando reglas, rediseñando la estructura del conocimiento, o reformulando conceptos básicos, con el objetivo de capturar información adicional proporcionado por el experto. También se consultan a otros expertos para corroborar, controlar, ampliar y refinar el prototipo.

En la figura se presenta un procedimiento general propuesto para el presente trabajo para el diseño de un sistema experto rigiéndose en las etapas de la metodología Buchanan y la construcción de un SE según la ingeniería de un sistema experto.

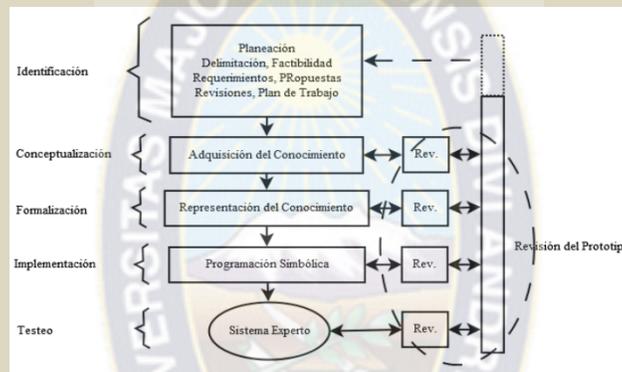


Figura 2.1: Etapas para la elaboración de un SE según la metodología Buchanan.

Fuente: (Mamani, 2013)

2.4. LÓGICA DIFUSA

2.4.1. CONCEPTO

El concepto de Lógica Difusa fue concebido por Lofti A. Zaded, profesor de la Universidad de California en Berkeley, quién inconforme con los conjuntos clásicos que sólo permiten dos opciones, la pertenencia o no de un elemento a dicho conjunto, la presentó como una forma de procesar información permitiendo pertenencias parciales a conjuntos denominándolos Conjuntos Difusos (fuzzy sets).

El concepto de conjunto difuso fue expuesto por Zadeh el año 1965. El año 1971 publica el artículo, "Quantitative Fuzzy Semantics", en donde introduce los elementos formales que acabarían componiendo el cuerpo de la doctrina de la lógica difusa y sus aplicaciones tal como se conocen en la actualidad. Zadeh dice: "La lógica difusa trata de copiar la forma en que los humanos toman decisiones" no siendo decisiones que solamente expresan verdad o falsedad en la respuesta [López, 2009].

La lógica difusa es una técnica de la inteligencia computacional que permite trabajar con información con alto grado de imprecisión, en esto se diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. Es una lógica multivaluada que permite valores intermedios para poder definir evaluaciones entre sí/no, verdadero/falso, negro/blanco, caliente/frío, etc. [Rodríguez, 2005].

Cuando una variable toma números como sus valores, se tiene un marco de trabajo bien formulado matemáticamente, pero cuando una variable toma palabras como sus valores no se tiene un marco de trabajo formal matemáticamente, de aquí que el concepto de variable lingüística se introduce, si una variable puede tomar palabras en lenguaje natural como sus valores, esta es llamada variable lingüística [Rolston, 1998].

A continuación se ve los elementos de un conjunto difuso.

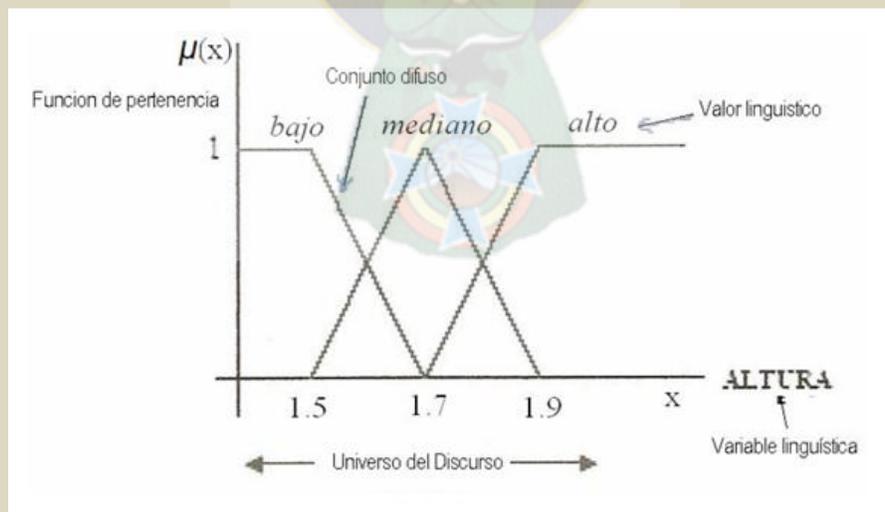


Figura 2.2: Elementos de un Conjunto Difuso
Fuente: (Vargas, 2005)

2.4.2. TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS

2.4.2.1. CONJUNTOS DIFUSOS

Los conjuntos difusos pueden ser considerados como una generalización de los conjuntos clásicos, la teoría clásica de conjuntos solo contempla la pertenencia o no pertenencia de un elemento a un conjunto, sin embargo la teoría de conjuntos difusos contempla la pertenencia parcial de un elemento a un conjunto, es decir, cada elemento presenta un grado de pertenencia a un conjunto difuso que puede tomar cualquier valor entre 0 y 1. Este grado de pertenencia se define mediante la función característica asociada al conjunto difuso, que es cada valor que pueda tomar un elemento o variable x , es decir, la función característica o de pertenencia denotada por $\mu_A(x)$ proporciona el grado de pertenencia de este valor de x al conjunto difuso A [Vargas, 2009].

2.4.3. FUNCIÓN DE PERTENENCIA

La función de pertenencia o característica proporciona una medida de grado de similaridad de un elemento de U con el conjunto difuso. La forma de una función de pertenencia utilizada, depende del criterio aplicado en la resolución de cada problema y variara en función de la cultura, geografía, época o punto de vista del usuario. La única condición que debe cumplir una función de pertenencia es que tome valores entre 0 y 1, con continuidad [Vargas, 2009].

Las funciones de pertenencia permiten representar gráficamente un conjunto difuso. En el eje “ x ” (abscisas) se representa el universo en discurso, mientras que en el eje “ y ” (ordenadas) se sitúan los grados de pertenencia en el intervalo $[0,1]$. Se utiliza cualquier función, para definir un conjunto difuso, sin embargo, hay ciertas funciones que son más frecuentemente usadas debido a su simplicidad matemática, entre ellas podemos mencionar las funciones tipo triangular, trapezoidal, gamma, L.

2.4.4. OPERACIONES ELEMENTALES CON CONJUNTOS DIFUSOS

Al igual que en la teoría clásica de conjuntos, sobre los conjuntos difusos podemos definir las operaciones de unión, intersección, complementario. [Reina, 2008]

2.4.4.1 INFERENCIA DIFUSA

Se llama reglas difusas al conjunto de proposiciones IF – THEN que modelan el problema que se quiere resolver. Una regla difusa simple tiene la forma:

“si u es A entonces v es B ”

Donde A y B son conjuntos difusos definidos en los rangos de u y v respectivamente. Una regla expresa un tipo de relación entre los conjuntos A y B cuya función característica sería $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$ y representa lo que conocemos como implicación lógica. La elección apropiada de esta función característica está sujeta a las reglas de la lógica proposicional [Vargas, 2005].

2.4.4.2 REGLAS DIFUSAS

Una regla difusa base es un conjunto de reglas Si – ENTONCES que pueden ser expresadas de la siguiente forma:

Regla_m: Si u_1 es A_{1m} y u_2 es A_{2m} y u_p es A_{pm} , entonces: v es B_m

Con $m= 1, 2, 3, \dots, m$

Donde A_{im} y B_m son conjuntos difusos, $u_i \in U$ y $v \in V$

Existen dos caminos para obtener el conjunto de reglas correspondiente a un conjunto de datos numéricos: dejar que los datos establezcan los conjuntos difusos que aparecen en los antecedentes y los consecuentes; predefinir los conjuntos difusos para antecedentes u consecuentes para luego asociar los datos a esos conjuntos.

Para llegar a obtener el conjunto completo de reglas que modelan un problema se puede partir de considerar todas las combinaciones de reglas P_t , que es posible establecer teóricamente, entre el número de antecedentes p y el número de conjuntos difusos de entrada A_p considerados para cada antecedente. Así, para cada consecuente, el número teórico de reglas posibles será:

$$P_t = \prod_n A_n \quad \text{para } n = 1 \dots p;$$

Sin embargo entre estas P_t reglas teóricamente posibles para cada consecuente, habrá algunas que no tengan sentido físico y otras que no se ajusten a las características del problema a resolver. Se deberá pues seleccionar, de entre todas las reglas posibles, el conjunto de reglas más adecuadas al problema que se considera [Vargas, 2009].

2.4.4.3 IMPLICACIÓN DIFUSA

Al igual que para describir las nociones básicas de la teoría de conjuntos difusos podemos establecer un paralelismo con las de la teoría clásica de conjuntos, también los fundamentos de la teoría de la lógica difusa parten y toman los conceptos fundamentales de la lógica clásica. En términos de la teoría de lógica difusa la proposición “si u es A entonces v es B ” donde $u \in U$ y $v \in V$, tiene asociada una función característica $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$ que toma valores en el intervalo $[0,1]$. Es decir, cada una de las reglas o proposiciones if – then es a su vez un conjunto difuso con su función característica que mide el grado de verdad de la relación de implicación entre x e y .

En la lógica difusa el Modus Ponens se extiende a lo que se llama Modus Ponens Generalizado y que puede resumirse de la siguiente forma:

Premisa 1: “ u es A ”

Premisa 2: “Si u es A entonces v es B ”

Consecuencia: “ v es B ”

En donde el conjunto difuso A no tiene por qué ser necesariamente el mismo que el conjunto difuso. A del antecedente de la regla y el conjunto difuso B tampoco tiene por qué ser necesariamente que el conjunto difuso B que aparece en el consecuente de la regla [Vargas, 2009].

2.4.5. ETAPAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DIFUSO

Las etapas para el funcionamiento de un sistema difuso:

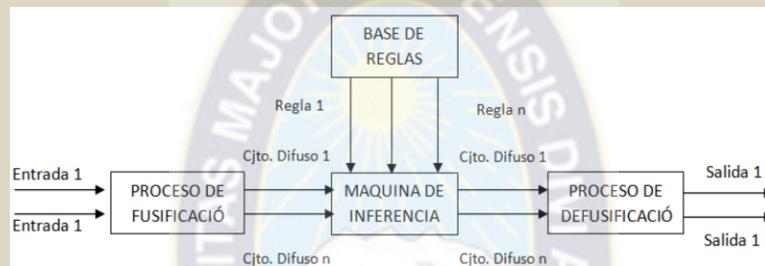


Figura 2.3: Estructura de un Sistema Difuso
Fuente: (Duarte O., 2000)

2.4.5.1. FUZZIFICACIÓN DE LAS ENTRADAS

La Fuzzificación realiza la transición desde un dominio numérico a un dominio difuso [Sauce L. – Yatchawi, 1998]. Mediante el uso de funciones de pertenencia. Relaciona puntos de entrada no borrosos al sistema: $x=(x_1, \dots, x_n)^T$ y sus correspondientes conjuntos borrosos A en U se pueden utilizar diversas estrategias de Fuzzificación [Martín del Brío B. & Sanz A, 2002].

La Fuzzificación de una entrada es el proceso por el cual se calcula el grado de pertenencia a uno o varios conjuntos difusos en que se divide el rango de valores posibles para dicha entrada. Se establecen funciones de pertenencia de los elementos a los diferentes conjuntos, lo cual permite determinar, a partir del valor de un elemento, su grado de pertenencia a un conjunto, siendo este un valor real normalizado entre 0 (no pertenece en

absoluto) y 1 (pertenece al 100%). Esta función se denota como $\mu(x)$, siendo x el valor del elemento. [Hillera J. & Martinez., 1995].

2.4.5.2 DEFUZZIFICACIÓN

En muchos casos es importante que la respuesta no sea difusa y se debe pasar de una respuesta difusa a una que no lo es, es decir de respuestas comprensibles por los seres humanos

2.5. EL MERCADO DE VALORES

El Mercado de Valores es parte de los mercados financieros, los que a su vez integran el Sistema Financiero. En este mercado se intermedian recursos para financiar a quienes lo requieran, ofreciendo ventajas con relación a otras alternativas de financiamiento. En esta lógica se cumplen funciones tales como:

- Poner en contacto a oferentes y demandantes de valores
- Representar mecanismos de formación de precios
- Proporcionar liquidez a los valores

2.5.1. SISTEMA FINANCIERO

El Sistema Financiero abarca a los mercados financieros, los instrumentos financieros y las instituciones financieras. Todos los cuales interactúan bajo normas o reglas establecidas por organismos reguladores especializados.

Los instrumentos financieros, que se transan en los mercados financieros, están constituidos por los activos financieros que pueden ser directos (créditos bancarios) e indirectos (valores), según la forma de intermediación a que se vinculan.

2.5.2. MERCADOS FINANCIEROS

Los mercados financieros son aquellos donde se compra y venden activos financieros. Estos activos comprenden obligaciones y derechos de naturaleza financiera.

El mercado de activos financieros surge y se desarrolla debido a que el capital es un bien escaso. La carencia del capital necesario para realizar las actividades normales o las planificadas es la premisa esencial para la existencia de este mercado.

El mercado financiero nace en la concurrencia, de los agentes superavitarios que poseen excedentes que desean invertirlos adecuadamente; y los agentes deficitarios que necesitan cubrir su déficit para realizar normalmente actividades productivas de inversión.

Las obligaciones son compromisos de pago que asume una persona o institución. Ejemplos de obligaciones son: letras, pagares, bonos; y todo aquello que comprometa a una persona a pagos futuros dentro de ciertas condiciones pre-establecidas.

Los derechos son facultades que adquieren los inversionistas de participar en una propiedad o ejecutar el cumplimiento de una promesa por parte de quien le otorga dicho derecho.

2.5.3. SEGMENTOS DE LOS MERCADOS FINANCIEROS

Los mercados financieros tienen tres segmentos claramente distinguibles, a saber: mercado de dinero, mercado de capitales y mercado de futuros.

2.5.4. MERCADO DE VALORES

Un componente importante del mercado financiero lo constituye el mercado de valores. Este mercado es aquél en el cual se negocian valores; incluimos a los mercados de dinero y de capitales dentro del mercado de valores.

2.5.5. SEGMENTOS DE MERCADO DE VALORES

El mercado de valores se suele clasificar a partir de un elemento que sirva de distinción, lo que da lugar a diversas segmentaciones.

Los criterios diferenciadores más importantes son:

- Por el tipo de colocaciones divide: el mercado en primario y secundario.
- Por los mecanismos de negociación utilizados divide: el mercado en bursátil y extrabursátil.

2.5.5.1. POR EL TIPO DE COLOCACIÓN

- a) **Mercado Primario.** Se relaciona con la colocación inicial de valores, que se realiza a un precio determinado. Este tipo de oferta es abierto a todo el público interesado en adquirir un valor. La colocación puede suceder por oferta privada.
- b) **MERCADO SECUNDARIO.** Negociaciones y transferencias de valores emitidos y colocados previamente.

2.5.5.2. POR EL MECANISMO DE NEGOCIACIÓN

- a) **MERCADO BURSÁTIL.** Se ubica en la Bolsa, como mecanismo, denominado Rueda de Bolsa, en la que se participa a través de Agencias de Bolsa.
- b) **MERCADO EXTRABURSÁTIL.** Es aquél en el cual se colocan y negocian los valores, pero fuera de la Bolsa como mecanismo de negociación.

2.5.6. PARTICIPANTES DEL MERCADO DE VALORES

Para tener una idea más completa sobre los participantes de los mercados de valores hay que considerar el siguiente diagrama, donde se muestran a los participantes y sus relaciones.



Figura 2.4: Participantes del Mercado de Valores
Fuente: (Bolsa Boliviana de Valores, 2014)

Inversionista. Es quién posee el capital para realizar la inversión.

Intermediarios. Entre los oferentes de recursos y los demandante de los mismos.

Bolsa de Valores. Posibilita la realización de las transacciones de valores

Entidad de Depósito. Custodia y liquidación de valores.

Calificadoras de Riesgo. Evalúan el incumplimiento de obligaciones de los Emisores

Emisor. Demandante de recursos

Regulador. Es la que establece reglas y verifica su cumplimiento.

2.6. LA BOLSA DE VALORES

2.6.1. CONCEPTO

En esencia la Bolsa es un lugar de intercambio, de compra y venta de activos financieros que están inscritos en ella. Estos activos son comúnmente acciones de empresas, bonos, certificados de participación de fondos de inversión, certificados de depósitos y otros. Cualquier persona puede encontrar distintos productos para participar en Bolsa. Sin embargo, la participación en Bolsa exige que se realice a través de intermediarios autorizados para estos efectos (Agencias de Bolsa); según el mercado de que se trate. Ello ocurre porque estos intermediarios conocen bien las reglas de funcionamiento de los mecanismos de negociación de la bolsa y se han especializado en esa labor.

2.6.2. LA PARTICIPACIÓN EN BOLSA

En la Bolsa, especialmente en la rueda, solo transan los valores registrados, suele decirse listados, en ella. Los valores son inscritos por sus emisores de acuerdo a los procedimientos a este efecto definidos. En algunos casos el trámite es de tipo formal y consiste en presentar documentación específica (estados financieros, escrituras de constitución, entre otros); en tanto que en otros hay un proceso de evaluación que se basa en la situación financiera de la empresa.

2.7. PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

Los orígenes se remontan al año de 1952 cuando apareció una publicación de Harry M. Markowitz donde en ella condicionaba la composición de un portafolio al concepto de minimización de riesgo. Al analizar un portafolio involucramos directamente las diferentes alternativas de inversión que satisfacen las necesidades de un inversionista y que maximizan su inversión. (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

Las decisiones tomadas por las diferentes empresas, deben estar basadas en la optimización del manejo de un portafolio en el que se determina la distribución óptima de sus inversiones, teniendo en cuenta la rentabilidad esperada y el riesgo de las diferentes alternativas de decisión. Estas empresas deben manejar sus portafolios, teniendo en cuenta sus limitaciones financieras y su posición con respecto al manejo del riesgo. (París & Zuluaga, 1994)

La relación que existe entre la rentabilidad y el riesgo en un portafolio de inversión es estrecha y se puede simplificar en el hecho de que a mayor rentabilidad del portafolio, mayor es el riesgo asumido por la empresa, por lo tanto, una empresa al definir su portafolio de inversiones se enfrenta a dos opciones: éxito o fracaso.

2.7.1. CONCEPTO DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

Por otro lado, se encuentra que un portafolio de inversión es una colección de bienes de propiedad de un individuo o una institución. Un portafolio puede incluir bienes inmuebles o barras en oro. Pero la mayoría de los portafolios de inversión se componen principalmente en valores como los bonos, las acciones, los fondos mutuos, los fondos de mercado monetario y los fondos cotizados en la bolsa. Los mejores portafolios de inversiones son aquellos en los que no se utiliza la diversificación o la combinación de diferentes tipos de inversión. Esta diversificación en el portafolio de inversión reduce el riesgo de pérdidas y maximiza las potenciales ganancias. (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

Heriberto Escobar y Vicente Cuartas también se acercaron explicando que es una combinación de activos financieros poseídos por una misma persona, natural o jurídica. Un portafolio de inversión es diversificado cuando en el conjunto de activos se combinan especies con rentabilidad, emisores, modalidad de pago de intereses y riesgo diferentes. (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

Un concepto más coloquial de los portafolios de inversión es carteras de inversión, que se define como un conjunto de activos o valores en los que una persona escoge para invertir su dinero. Es importante para realizar la elección de los activos, es imperioso conocer los instrumentos que existen en el mercado, así como definir cuál es el riesgo máximo que está dispuesto a correr y los rendimientos que la personas desean obtener. (Pearson, 2003)

Para tal objeto se identificaron 4 categorías de activos:

1. **Instrumento de deuda o renta fija:** son aquellos en los que se conoce el rendimiento, ya que éste ha sido fijado con anterioridad. Estos instrumentos pueden encontrarse a corto, mediano y largo plazo.
2. **Instrumentos de renta variable:** Son aquellos que el rendimiento obtenido depende de muchos factores tanto internos de la compañía como externos, un caso ejemplificado es el de las acciones en donde, de antemano no conocemos el rendimiento. Generalmente, estos instrumentos se adquieren a mediano y largo plazo aun cuando no tienen una fecha de vencimiento establecida.
3. **Productos Derivados:** son activos que protegen al inversionista contra los riesgos como pueden ser la subida inesperada del precio del producto y el alza de las tasas de interés entre otras.
4. **Metales:** Son oro y plata que generalmente el inversionista adquiere a largo plazo. (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

Por lo tanto, vale la pena recordar que la elección de un portafolio de inversión principalmente depende de los criterios que cada inversionista establece. El problema de selección de un portafolio de inversión implica un análisis detallado que se pueden homogenizar un poco su tratamiento, estableciendo dos objetivos:

- El primero de ellos, los inversionistas tienen claro que desean que el rendimiento sea lo más alto posible, sabiendo, que es la rentabilidad que le ofrecen a sus activos financieros. Evidentemente, este resulta siendo un problema de

optimización ya que un inversionista prefiere mayor rendimiento a menor rendimiento.

- El segundo objetivo, los inversionistas desean que su rendimiento tengan características confiables, seguro y no sujeto a incertidumbre. Por ello, es indiscutible que cualquier persona siente aversión al riesgo, es decir, trata de hacer inversiones en donde pueda establecer con mayor certeza el rendimiento futuro de su inversión.

Los inversionistas claramente prefieren que los portafolios generen certidumbre en lugar de incertidumbre. (Varon J. C., Fundamentos Portafolios de Inversion, 1998)

2.7.2. TIPOS DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN SEGÚN TOLERANCIA AL RIESGO DE INVERSIÓN

A continuación se presentará los tipos de Portafolios de inversión, definidos según las expectativas y tolerancia al riesgo del Inversión. Estos conceptos fueron determinados en conjunto con la empresa Bio Financial Consulting Group.

- **Conservador (Cauteloso).** Su objetivo es preservar el Capital con máxima seguridad
- **Moderado (Balanceado).** Una combinación entre renta y crecimiento, basado en la diversificación de activos financieros para mitigar el riesgo.
- **Crecimiento.** Busca apreciación del capital invertido, con mayor ponderación hacia las acciones y fondos.
- **Crecimiento Agresivo.** Con el 100% Renta Variable, selecciona acciones de pequeña y mediana capitalización, asume gran volatilidad.

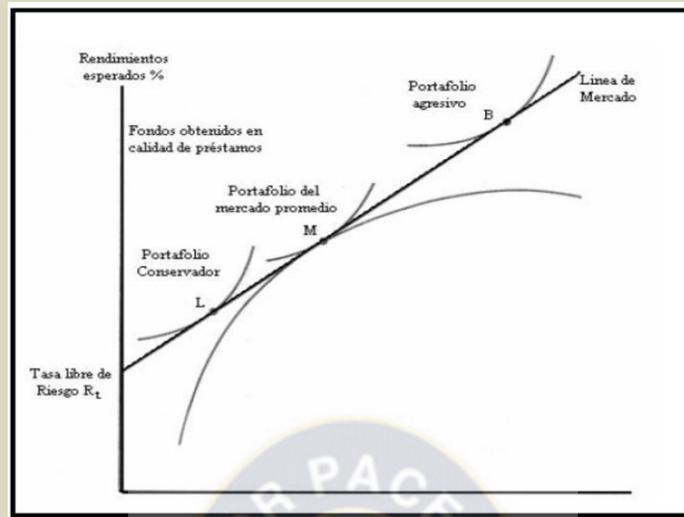


Figura 2.5: Tipos de Portafolios de Inversión según tolerancia y riesgo de inversión.

Fuente: (Serrano, 2010)

2.7.3. ESTRUCTURACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

Conformado por activos financieros y que en conjunto le ofrezcan el mejor equilibrio posible entre riesgo y rendimiento, teniendo en cuenta cada una de sus características particulares.

Es de gran importancia identificar los objetivos y el plazo para alcanzar lo trazado. Por otro lado, también se deberá fijar el monto a invertir y el riesgo que el inversionista estará dispuesto a someterse y escoger los tipos de inversiones y combinaciones de ellas que se realizarán dentro del portafolio.

Es indispensable y fundamental hacer un seguimiento periódico que permita analizar el desempeño del portafolio, comparando el comportamiento de las inversiones con otras similares del mercado y de esta manera determinar si se están cumpliendo los resultados esperados por el inversionista. (Osta, 2008)

2.7.3.1. FACTORES CLAVES A CONSIDERAR

- a) **DIVERSIFICAR.** El inversionista puede diversificar de varias maneras, la primera de ellas es creando el portafolio de inversión a través de diferentes sectores y tipos. La segunda opción de diversificación es seleccionando diferentes tipos de rubros en cada clase de activos, La tercera y última opción es la diversificación a lo largo del tiempo. De ahí la importancia de reducir este patrón de comportamiento y por el contrario, optar por estrategias que conduzcan a los inversionistas a su futuro de la manera más favorable posible a un largo plazo. (Anglo offshore international group, 2006)
- b) **EFFECTOS DE LA INFLACIÓN.** La inflación mide el incremento de los precios durante el tiempo. Hay inversiones de tipo conservadoras que por lo general no tienen variaciones o fluctuaciones en el precio, pero a la hora del retorno luego de la inflación, éste puede ser bajo, inclusive hasta puede llegar a ser negativo.
- c) **TOLERANCIA.** Los inversionistas tienen que tener claridad que el precio de las acciones en las bolsas cambia algo día tras día. Por lo tanto es importante que el inversionista tenga conocimiento que la parte de su capital que fue invertido en fondos de acciones puede generar fluctuaciones en el precio. La idea es que el inversionista trate de ser paciente y permitirle a sus fondos de acciones recuperarse a través del tiempo.
- d) **EDAD.** Aunque parezca un poco determinante, la edad juega un papel importante en el momento de invertir en la bolsa. Claramente, los inversionistas más jóvenes pueden contar con más tranquilidad con fondos de acciones, porque ellos tienen la posibilidad de esperar los crecimientos y decrecimientos del mercado en un periodo de tiempo corto. Al invertir en un fondo de renta variable, ellos pueden tener mejores retornos en el largo plazo. También es importante destacar que los inversionistas que están cerca de su retiro estarán más identificados e interesados en proteger su dinero de las posibles bajas que se presenten en el mercado, ya que este dinero será utilizado pronto.

- e) **RIESGO.** Como ya lo hemos mencionado, a la hora de escoger fondos se debe considerar con cuanto riesgo estarás emocionalmente tranquilo y/o estarás dispuesto a correr. Teniendo en cuenta el punto anterior, si estas cerca del retiro, el inversionista deseará una inversión con muy poco riesgo, ya que su fin es proteger el dinero invertido. Si por el contrario, es una persona joven y cuenta con el tiempo para sobrellevar las posibles subidas y bajadas podrá preferir una estrategia de inversión un poco más agresiva.

2.7.3.2. ASIGNACIÓN DE ACTIVOS

Es importante definir la estrategia basándose en la relación directa que existe riesgo y rendimiento. Para ensamblar un portafolio de inversión óptimo es importante dividir el capital disponible para invertir en tres partes de la siguiente manera:

- La primera parte será destinada para reservas, éste se debe mantener para las emergencias o imprevistos que se presenten. Ésta se puede colocar en activos financieros de corto plazo, que permiten rápida disponibilidad.
- La segunda parte del capital será propuesta para invertir en plazos conocidos, siendo así, el inversionista obtendrá un ingreso permanente. Esta se debe colocar en instrumentos de renta fija, de riesgo y rendimiento de tipo moderado.
- La tercera y última parte se colocará en activos de renta variable (acciones) inversiones que contengan un mayor riesgo, pero serán las que le van a imprimir la mayor rentabilidad al portafolio.

El ejercicio que anteriormente fue descrito, se conoce como la política de asignación de activos, donde el más del 90% de la variabilidad de los rendimientos en el tiempo es explicada por la asignación de activos. (Goldman Sachs Assets Management, 2010)

La Asignación de activos significa dedicar ciertos porcentajes de tus inversiones a una amplia gama de clases de activos, como acciones, bonos, inmuebles y efectivo. Como una forma de alcanzar tus metas financieras mientras manejas el riesgo. (Franklin Templeton Investments, 2009)

Esta estrategia funciona porque las diferentes clases de activos que se comportan de forma diferente. Las acciones por ejemplo, ofrecen un gran potencial para crecimiento e ingreso, mientras los bonos por lo general ofrecen una estabilidad e ingresos. Los beneficios de las diferentes categorías pueden ser combinadas en un portafolio para encontrar un nivel de riesgo que consideres aceptable. (Franklin Templeton Investments, 2009)

2.7.3.3. LOS PILARES PARA ARMAR UN BUEN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN.

Los tres pilares fundamentales para la estructuración de un buen portafolio de inversiones son:

1. Definir la personalidad del inversor y el grado de riesgo que puede asumir
2. Se debe determinar lo que se quiere conseguir y el plazo para lograrlo
3. Es conseguir un equilibrio. Para cubrir los riesgos de pérdidas.

2.7.4. CÓMO ANALIZAR UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

Para realizar un análisis de portafolio tiene que estar basado en criterios que sirvan de guía para lo importante y lo no importante; lo relevante y lo que no es relevante. Por lo tanto, el inversionista debe construir su portafolio sobre las bases de satisfacer sus necesidades. (París & Zuluaga, 1994)

En los portafolios de inversión se muestran las diferentes alternativas financieras con el objetivo único para el inversionista que sea el de optimizar dicha

composición y por consecuente se convierta y se exprese en un problema microeconómico de selección. (París & Zuluaga, 1994).

La composición de portafolios de inversión se ilustran como un problema de optimización que puede tener tratamiento matemático. Como cualquier problema económico tiene como característica la escasez de recursos, éste problema de elección de portafolios de inversión no sería la excepción, ya que si el inversionista que debe realizar la elección no se enfrenta a escasez de recursos no tendrá ningún problema a resolver. Toda vez que podrá satisfacerse sin necesidad de realizar mayores esfuerzos en su elección. El elegir, nos direcciona a renunciar a algo y esto solo sucede cuando hay alguna restricción y por ende implicaciones que obliga a ello. Un ejemplo ilustrado y claro de restricción es el presupuesto del cómo se ha mencionado reiteradamente, cada individuo tiene una tolerancia al riesgo, a las expectativas, metas y aspiraciones para cada caso son muy diferentes, por eso es importante desarrollar un plan personal que se acomode a tus necesidades.

Como es de saberse, encontrar la combinación perfecta para invertir es un gran reto para el inversionista la mayoría de los inversionistas suelen cometer errores comunes a la hora de invertir. Entre los principales errores está el cegarse por la posible compensación de una inversión, ésta puede hacer que se confunda con el riesgo que se asocia a la misma. Cuando la impaciencia nos devore producto del escuchar a otros colegas hablar de dividendos sorprendentes, enormes rendimientos e inmensos beneficios, debemos frenar durante un instante y considerar la razón por qué los pagos son tan elevados para una inversión concreta y después decidir si los riesgos de tales pagos valen lo que podría ser únicamente una fugaz compensación. Recordemos que la impaciencia ha sido el defecto de muchas inversiones inteligentes. No esperar a que termine una crisis económica o asumir que una acción ha alcanzado su máximo y venderla demasiado pronto, aunque se trate de una inversión conocida y estable, podría hacer que los inversionistas lo lamenten en un futuro. (Euribor, 2010).

Es imprescindible enfatizar que al invertir, incluso si supone elevados rendimientos, antes de reducir o cancelar deudas, implica asumir un riesgo más

elevado del necesario. Incluso si una inversión concreta tiene un rendimiento anual del 10%, la inversión puede no ser inteligente. (Euribor, 2010)

2.7.4.1. COMPONENTES EN SELECCIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN

LA NECESIDAD DE DIVERSIFICAR

Diversificar significa distribuir o repartir entre varias alternativas: no depende de la suerte del comportamiento de un solo activo, sino por el contrario, el mismo hecho de la incertidumbre hace que el inversionista juegue con varias incertidumbres individuales las cuales tienen probabilidades de ocurrencia.

La competencia de las instituciones financieras en un mercado se da debido a la necesidad que cada una de ellas tiene de captar recursos. Cada institución brinda estímulos o modalidades para que los inversionistas coloquen sus excedentes. Estas diferentes modalidades anteriormente mencionadas componen las oportunidades que enfrenta cualquier inversionista. Sabiendo que el inversionista no solo busca un ideal de rendimiento, sino también seguridad y aún más certeza de su inversión.

El inversionista toma sus decisiones basándose en el movimiento que tiene el mercado, actúa bajo predicción del comportamiento económico que experimente el mercado en el momento de realizar su inversión. El principio de optimización no depende del monto o capacidad monetaria disponible para su conformación, es tan apreciable el excedente de tesorería como el salario de un trabajador. Por ende, el inversionista no está dispuesto a arriesgar cuando de por medio existen activos que le garanticen seguridad a un mismo nivel de rendimiento.

Al diversificarse una inversión está distribuyendo la incertidumbre, riesgo y el portafolio en general conservará su equilibrio. (París & Zuluaga, 1994)

EL RIESGO

Teniendo en cuenta el concepto del autor Cramer, se parte del hecho que un riesgo está ligado a la posibilidad de que ocurra un evento indeseable. El riesgo surge de la existencia de la incertidumbre. Ya que cuando hay total certeza, es decir que todas las variables que afecten el rendimiento de la inversión son totalmente predecibles, la selección del portafolio de inversión no implica riesgo alguno.

Naturalmente un inversionista solo puede predecir las variables que dependen de él, como lo son el presupuesto y apreciaciones de tipo subjetiva. Pero bajo ninguna circunstancia las variables que se determinan por el funcionamiento del mercado.

Para la selección de un portafolio de inversión existe riesgo desde el mismo momento en que existe incertidumbre sobre el rendimiento que se puede de los diferentes papeles o activos financieros. El tamaño del riesgo depende del grado de probabilidades asociada a incertidumbre o al hecho de que ocurra lo que no espera el inversionista. (París & Zuluaga, 1994)

Dentro de los riesgos se puede identificar a dos tipos:

RIESGO SISTEMÁTICO

Es aquel riesgo que siempre está latente, afecta directamente a todos los activos financieros y es imposible proteger los portafolios de inversión de este riesgo. Como lo son los atentados terroristas, un claro ejemplo se evidenció con el ataque terrorista que sufrió Estados Unidos de América el 11 de Septiembre de 2001, también desastres naturales, entre otros.

RIESGO NO SISTEMÁTICO

También llamado riesgo residual, perjudica a un solo activo. Sucede, por ejemplo, cuando las acciones de una compañía en específico disminuyan su valor debido a algún problema de la empresa. A diferencia del riesgo sistemático, se puede proteger este riesgo mediante diversificación. (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

FUENTES DE RIESGO

A continuación se explicarán en que consiste cada una de las fuentes de riesgo, tanto para el riesgo sistemático como para el no sistemático:

RIESGO DE MERCADO

Consiste en las desviaciones que pueden generarse en el precio del mercado de los activos, dependiendo de la volatilidad del activo. Es importante tener en cuenta, que aun cuando algún índice como el IPC, aumente o disminuya todos los activos no van a aumentar o disminuir en la misma proporción.

RIESGO COMERCIAL

Este hace referencia a la probabilidad que tiene una empresa de quiebra. En este caso, el negocio perdería el valor de las acciones. Existen factores como la insolvencia y medidas gubernamentales que pueden llevar una empresa a estado de quiebra.

RIESGO EN EL PODER ADQUISITIVO

Consiste en que la inflación reduce el poder adquisitivo de nuestras ganancias y por ende, afecta el capital al finalizar el plazo de vencimiento. Tiene mayor repercusión en los activos de renta fija, como los bonos... (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004).

2.8.4.2. AVERSIÓN AL RIESGO

Considerando que todo inversionista está haciendo uso de la teoría del riesgo, podemos decir que todo inversionista que se analice será adverso al riesgo, ya que

de lo contrario si no tuviera en cuenta esta idea, simplemente invirtiera en el portafolio de inversión con mayor rentabilidad sin contemplar el riesgo que conlleva al comprar estos activos.

Hay grados de riesgo, unos serán mayores y otro menores, pero la pregunta es, ¿hasta que grado de riesgo estaría dispuesto un inversionista a afrontar? Para darle respuesta a esta pregunta es imprescindible definir riesgo-rendimiento, y ello será aún más sencillo elaborando un gráfico de utilidades y estableciendo un inversionista en específico, estableciendo curvas de indiferencia porque el inversionista debe ser indiferente ante aumentar su utilidad o disminuir su nivel de riesgo. (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

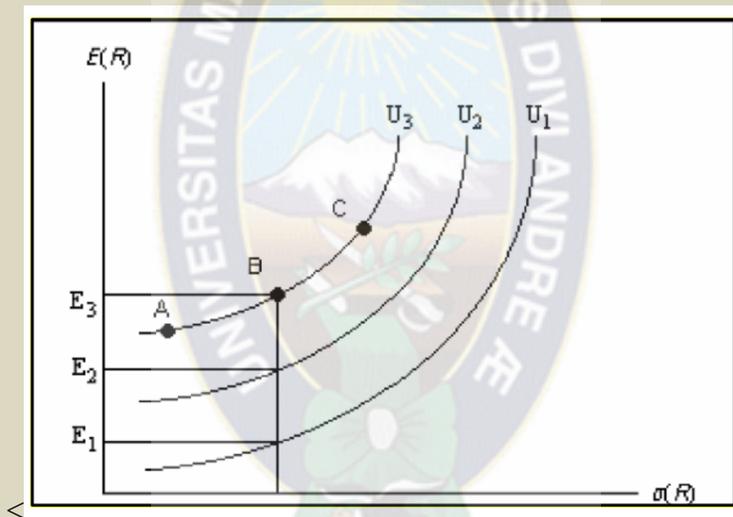


Figura 2.6: Utilidades estableciendo un inversionista en específico.

Fuente: (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

Analizando detalladamente la gráfica nos podemos aproximar a decir que las curvas de indiferencia son cóncavas ya que el riesgo y los rendimientos son directamente proporcionales, así que al realizar un desplazamiento al lado derecho, se obtendrá mayor rendimiento, lo que hace que nuestras curvas también se desplacen hacia arriba.

En los puntos A, B, C ubicado a lo largo de la curva nos damos cuenta que serían igual de atractivos ya que a lo largo de la curva la razón riesgo-rendimiento es la misma.

Entre mayor sea la pendiente del conjunto de curvas de indiferencia más alto será el rendimiento que el inversionista espera entre pequeños incrementos de riesgo. (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

2.7.4.3. FRONTERA EFICIENTE

Estableciendo una relación, un portafolio que está conformado por valores dominantes se le conoce como portafolios eficientes. De acuerdo a esto, la frontera eficiente se grafica con los puntos que ofrecen la mayor tasa de rendimiento esperada para un cierto nivel de riesgo.

Para llevar a cabo una selección de valores que posteriormente formarán un portafolio se hace con respecto a la relación y guiándonos con las siguientes reglas cuyos valores son llamados “valores dominantes”.

1. Se prefiere el valor de menor riesgo pero que genere la misma tasa de rendimiento que otros.
2. Se prefiere el valor que tenga el rendimiento esperado más alto y tenga el mismo grado de riesgo que otros.

Para ilustrar un ejemplo supóngase tres (3) escenarios:

1. Para un índice de correlación $P=1$ se muestra que un aumento en el rendimiento para una acción va siempre asociado con un aumento proporcional en el rendimiento del otro valor, es decir, existe una inter compensación proporcional entre el riesgo y el rendimiento entre los activos. Así la varianza o la desviación estándar será una línea recta (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

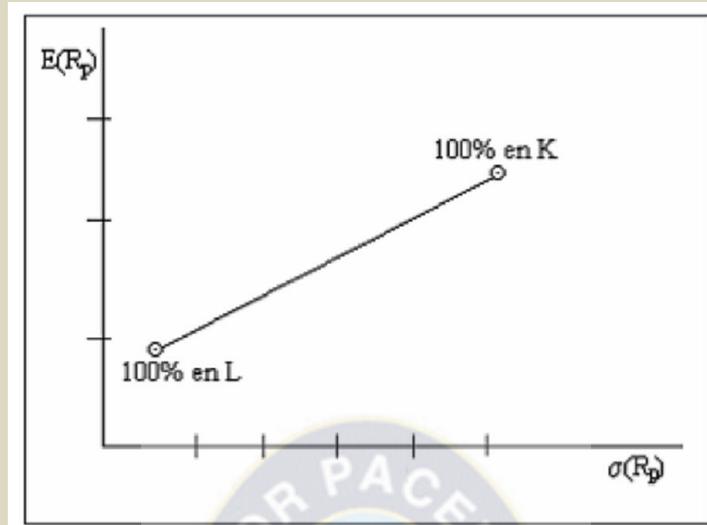


Figura 2.7: Índice de correlación $\rho=1$
Fuente: (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

2. Para un índice de correlación $\rho=-1$, señala que un aumento en el rendimiento para un valor va asociado a una disminución proporcional en el otro valor y viceversa. En este caso, como los activos tienen una relación inversa, el riesgo puede ser completamente diversificado (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

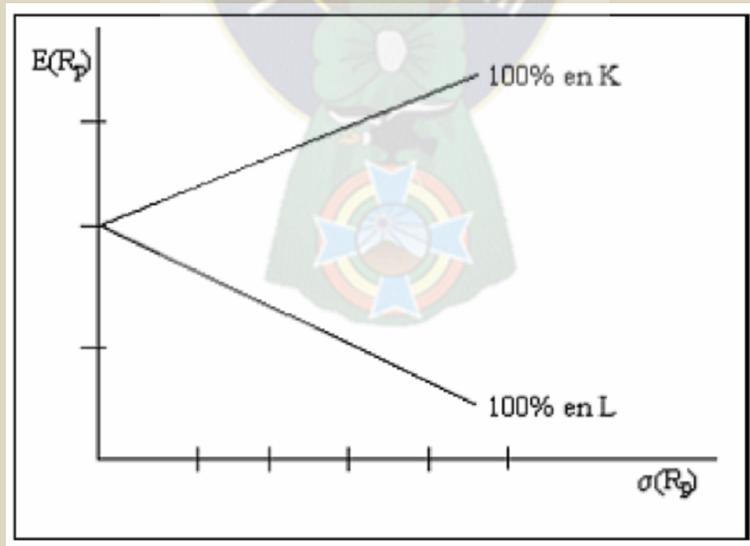


Figura 2.8: Índice de correlación $\rho=-1$
Fuente: (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

3. Con un índice de correlación de cero (0) se muestra la ausencia de correlación, por lo que los rendimientos de cada valor varían de manera independiente. Como los activos no están correlacionados, la relación entre riesgo y rendimiento no es lineal (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004).

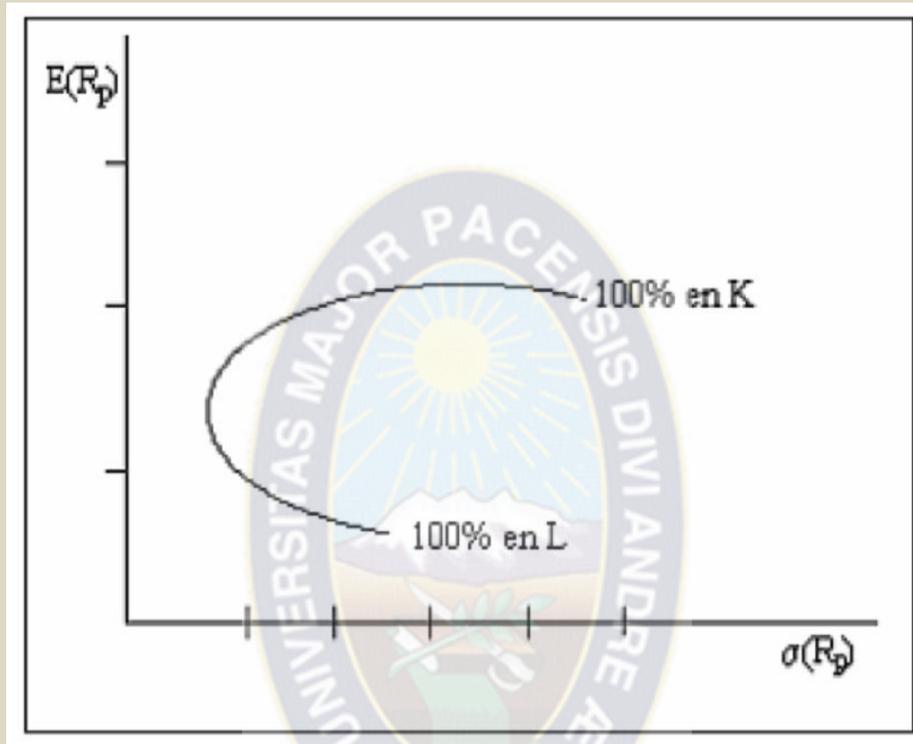


Figura 2.9: Índice de correlación $P=0$
Fuente: (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

La figura muestra el conjunto de oportunidades y el conjunto eficiente de las tres posibilidades que se encuentran en las carteras. Se tiene que:

- La línea IK muestra las combinaciones posibles de riesgo y rendimiento cuando $p=1$
- La curva IK muestra las combinaciones posibles de la relación riesgo-rendimiento cuando $p=0$

Las líneas AK y AI muestran las combinaciones posibles de riesgo – rendimiento cuando $p= -1$ (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

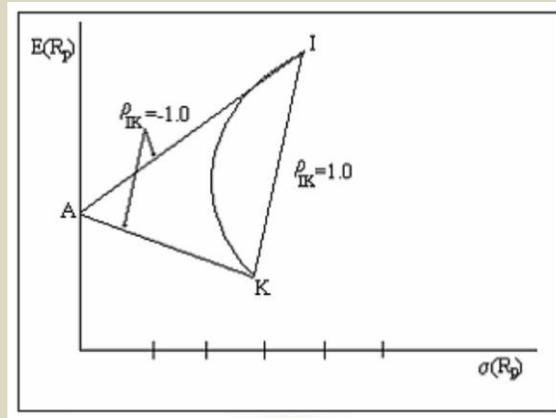


Figura 2.10: Conjunto de oportunidades y conjunto eficiente.
Fuente: (Gyzel Amezcua & Samano Celorio, 2004)

2.7.5. MODELO DE HARRY MARKOWITZ

El análisis de inversión se sustenta en la moderna teoría del portafolio desarrollada por Harry Markowitz en 1952, acerca de la elección de portafolios. Según esta teoría, la selección de portafolios se basa en la sencilla observación de que se maximiza el rendimiento esperado a un cierto nivel de riesgo, o se minimiza el riesgo a un nivel esperado de rendimiento. (Diaz, 2011)

Para entender el modelo de Markowitz, es necesario comprender el concepto de portafolio como se ha explicado anteriormente. Es importante analizar la cartera o portafolios y para ellos se debe hacer lo siguientes: Análisis de la rentabilidad y del riesgo de cada activo, Análisis de las empresas y de los sectores económicos, análisis de la interacción entre el riesgo y el retorno de cartera, selección de cartera y gestión de la cartera. (Estado del arte de las finanzas, 2007)

Lo anterior es importante tenerlo en cuenta, ya que el agente sabe que la decisión de inversión debe generar rendimientos y se cuestiona si serán seguros, ya que siempre existe el riesgo a no lograr los retornos esperados. Para resolver esas inquietudes, Markowitz inicio sus estudios sobre un modelo riesgo-retorno, donde dice que el

inversionista siempre espera la máxima rentabilidad con el mínimo riesgo. Dentro de este concepto es importante considerar los parámetros del modelo:

Riesgo-Retorno: El riesgo de una cartera se divide en dos: por un lado, esa el sistémico o no diversificable también conocido como el de mercado que se refiere a factores externos a las empresas (medidas de política económica, comportamiento de variables macroeconómicas, comportamiento de variables macroeconómicas, comportamiento de la economía internacional). Por otro lado, está el riesgo no sistémico o diversificable, que se identifica como el riesgo que si depende del tipo de gestión interna de las empresas; lo determinan variables como la capacidad de dirección, el nivel de endeudamiento, la tecnología utilizada en los procesos, los riesgos financieros la interpretación de las regulaciones, entre otras. (Estado del arte de las finanzas, 2007)

Retorno-Riesgo: Aplicación de herramientas e instrumentos de medición tanto del retorno (rentabilidad esperada), como de la volatilidad de la rentabilidad, que permiten detectar el nivel de fluctuaciones de los indicadores; lo que facilita la toma de decisiones al momento de conformar un portafolio. Las herramientas que se aplican son: El retorno se mide por la media ponderada de los retornos esperados de los n valores que la componen, El riesgo se mide por la varianza del activo, específicamente por la desviación estándar. (Estado del arte de las finanzas, 2007).

Riesgo-Retorno: Una vez cuantificadas las variables del riesgo y la rentabilidad del portafolio a conformar, el inversionista debe tomar una decisión: obtener el máximo retorno de la inversión, con un nivel de riesgo generado, que es semejante obtener el mínimo riesgo con un retorno esperado. El inversionista logra su objetivo mediante la diversificación del portafolio, es decir, mediante la estructuración eficiente de los activos financieros; lo cual le exige definir el porcentaje que debe tomar de cada activo, calculando una tasa de rentabilidad esperada. (Estado del arte de las finanzas, 2007)

2.7.5.1. TEORÍA DE CARTERAS DE INVERSIÓN DE HARRY MARKOWITZ

Una cartera se define como una combinación de activos. El objetivo de la formación de carteras es reducir el riesgo mediante la diversificación; en otras palabras, podemos decir que la desviación estándar de los rendimientos sobre la cartera de activos puede ser menor que la suma de las desviaciones estándar provenientes de los activos individuales. La teoría de la cartera trata de la selección de carteras óptimas, es decir, carteras que proporcionan el rendimiento más alto posible en cualquier grado específico de riesgo, o el riesgo más bajo posible en cualquier tasa de rendimiento. Entonces para poder determinar las carteras óptimas debemos analizar los dos componentes elementales que las integran a saber: rendimiento y riesgo. Si la inversión estuviera destinada a un activo único la rentabilidad de este se puede calcular de la siguiente forma: (Diaz, 2011)

$$R_t = \frac{(P_t - P_{t-1}) + D_t}{P_{t-1}}$$

Dónde:

R_t : Rentabilidad del activo en el periodo t

D_t : Dividendos en el periodo retenido

P_t : Precio del activo en el tiempo t

P_{t-1} : Precio del activo en el tiempo t-1

Ahora, la tasa de rendimiento de una cartera es el promedio ponderado de los rendimientos de los valores individuales de la cartera. Matemáticamente la tasa de rendimiento de una cartera es:

$$E(R_p) = w_1 \overline{R_1} + w_2 \overline{R_2} + \dots + w_n \overline{R_n}$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Dónde:

$E(R_p)$ = Rentabilidad esperada de la cartera.

w_i = Porcentaje del activo "i" que se elige del activo R_i ($0 \leq w_i \leq 1$).

$\overline{R_i}$ = Rentabilidad esperada del activo "i"

Si se tratara de medir la varianza de una cartera es necesario introducir un nuevo concepto, la covarianza que es la relación que existe entre dos activos, ya que la varianza del portafolio depende tanto de las varianzas de cada uno de los activos como de la covarianza que existe entre ellas. (Diaz, 2011)

2.7.5.2 OBTENCIÓN DE LA VARIANZA EN EL MODELO DE HARRY MARKOWITZ

$$\text{var}(R_p) = \sum_{i=1}^n \rho_i [R_p - E(R_p)]^2$$

Para dos activos:

$$\text{var}(R_p) = \sum_{i=1}^n \rho_i [(wR_1 + (1-w)R_2) - (wE(R_1) + (1-w)E(R_2))]^2$$

Resolviendo se tiene:

$$\text{var}(R_p) = \sum_{i=1}^n \rho_i \left[(w(R_1 - E(R_1)))^2 + 2 * w(R_1 - E(R_1)) * (1-w)(R_2 - E(R_2)) + ((1+w)(R_2 - E(R_2)))^2 \right]$$

Entonces se tiene que:

$$\text{var}(R_p) = w^2 \text{var}(R_1) + 2 * w * (1-w) * \rho_{ik} \sigma_i \sigma_k + (1-w)^2 \text{var}(R_2)$$

Dónde:

$\text{Var}(R_p)$: = Varianza de la cartera.

W = Porcentaje del activo 1 en la cartera.

$(1-w)$ = Porcentaje del activo 2 en la cartera, es decir W_2 .

$\text{Var}(R_1)$ = Varianza del activo 1.

$\text{Var}(R_2)$ = Varianza del activo 2.

$\rho_{ik} \sigma_i \sigma_k$: = Covarianza de los activos 1 y 2.

En términos generales la varianza de la cartera es:

$$\text{var}(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m w_i w_k \sigma_{ik}$$

2.7.5.3. OBTENCIÓN DE COVARIANZA EN EL MODELO DE HARRY MARKOWITZ

La covarianza de i, k puede ser obtenida mediante la siguiente formula:

$$\sigma_{i,k} = \rho_{i,k} \sigma_i \sigma_k \quad -1 \leq \rho \leq 1$$

La relación que existe entre el activo i y k es igual a la relación que existe entre el activo k y i es decir $\sigma_{i,k} = \sigma_{k,i}$.

Dónde:

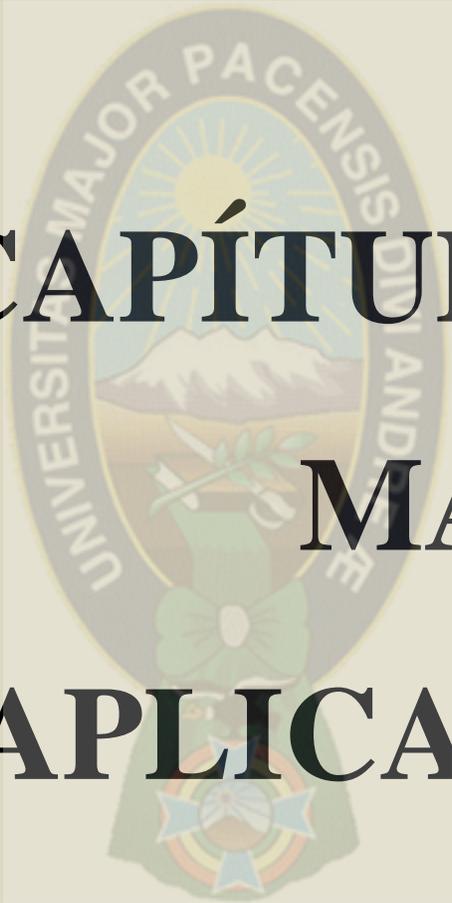
$\sigma_{i,k}$ = Covarianza de los activos i y k.

σ_i = Varianza del activo i

σ_k = Varianza del activo k

$\rho_{i,k}$ = Correlación entre los activos i y los k.

Cuando $i=k$ $\sigma_{i,k}$ es la varianza de cada una de las acciones que forman el portafolio, y cuando $i \neq k$, se trata de la covarianza de la acción y la acción k.

The logo of the University of San Andrés is a circular emblem. It features a sun with rays at the top, a mountain range in the middle, and a green plant with a white flower at the bottom. The text "UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DIVI ANDREAE" is written around the perimeter of the emblem.

CAPÍTULO III

MARCO

APLICATIVO

CAPÍTULO III. MARCO APLICATIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se muestra el diseño del sistema experto dentro de la metodología Buchanan, producto de este proceso se obtiene el modelo de sistema experto así como su estructura, y finalmente el prototipo, que permita emular la experiencia del ser humano, asesor en inversiones bursátiles, en el contexto de las inversiones en mercados de valores y en consecuencia ayudar a los inversionistas que buscan maximizar sus rendimientos pero a la vez reducir sus pérdidas a través de la asesoría.

También se pretende analizar los factores que influyen en la toma de decisiones de compra, mantención o venta de instrumentos financieros, principalmente de acciones, dentro de mercados de valores en la bolsa de valores.

Para desarrollar el sistema experto, es necesario seguir una metodología combinando sus distintas etapas con los elementos principales de un sistema experto con una arquitectura clásica, además se realiza la aplicación de conjuntos difusos.

Siguiendo las etapas de la metodología Buchanan, en la etapa de Identificación se realiza el reconocimiento del problema, los participantes en el desarrollo del sistema experto, los medios y requerimientos para su desarrollo. Así también se realiza la arquitectura para el diagnóstico del perfil de inversionista, su grado de tolerancia al riesgo para la elección de un portafolio de inversiones adecuado.

Posteriormente en la etapa de Conceptualización se realiza la adquisición del conocimiento aplicando técnicas como las entrevistas y consultas a libros y artículos referentes a las inversiones en bolsas de valores y portafolios óptimos, obteniendo las conclusiones y definiciones más relevantes brindados por los expertos.

Luego en la etapa de formalización se realiza la descripción formal del conocimiento, es decir se realizan distintas actividades como el diseño de la base de conocimiento que está compuesto por una base de hechos y de reglas, para dicha construcción es necesario identificar las variables de entrada, aplicando la teoría de

conjuntos difusos para una mejor interpretación de las características del inversionista, se definen los conjuntos difusos y las respectivas funciones de pertenencias para aquellas variables lingüísticas que tienen un comportamiento impreciso. El diseño del motor de inferencia se realiza en base a las reglas planteadas.

En la etapa de Implementación el sistema experto es desarrollado con la herramienta de Matlab R2012a, usando sus cajas de herramientas, programando la base de hechos y la base de reglas para que el motor de inferencia determinar el tipo de inversionista y su portafolio óptimo.

En la etapa de Testeo, se hace las respectivas pruebas al sistema experto con 15 casos analizados. Finalmente en la etapa de Revisión del prototipo se hace la mejora y el pulido del sistema experto, esta etapa se realiza durante las cinco etapas anteriores de la metodología.

3.2. PROCESO DE DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

En las secciones siguientes se muestran los resultados a los que se llegaron producto de la aplicación de la metodología Buchanan en sus diferentes fases, partiendo desde la familiarización con el problema hasta la implementación del prototipo.

3.2.1. IDENTIFICACIÓN

3.2.1.1. FAMILIARIZACIÓN CON EL PROBLEMA

Un aspecto importante para es la relación Inversionista – Dinero – Inversión – Retornos, ya que refleja el flujo que sigue el dinero cuando una persona tiene excedentes, situación que se muestra mediante el siguiente diagrama.

La figura siguiente muestra la relación mencionada en el párrafo anterior donde los factores importantes son el inversionista, su dinero, la inversión que puede realizar y sus retornos.

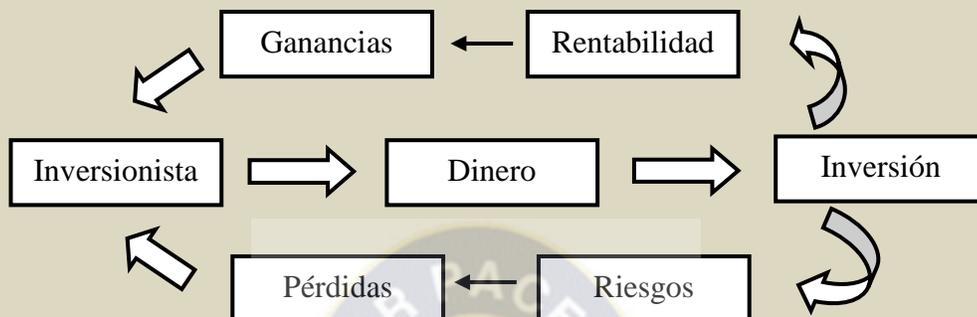


Figura 3.1: Relación Inversionista – Dinero – Inversión – Retornos
Fuente: Elaboración Propia

Una determinada persona puede convertirse en inversionista si posee recursos financieros excedentarios, colocándolos en instrumentos de inversión en el contexto de mercado de valores, esta situación pueden darse ganancias pero también pérdidas producto de la incertidumbre sobre el comportamiento de los activos financieros.

Debido a la existencia de riesgos de pérdidas económicas surgen los Asesores de Inversiones que colaboran al inversionista en la minimización de pérdidas a través de la gestión de la incertidumbre situación que se grafica en la siguiente figura.

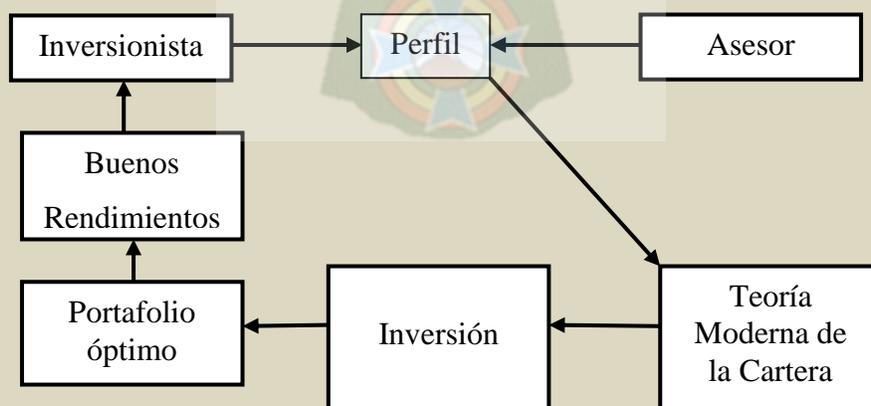


Figura 3.2: El papel del Asesor para con el Inversionista
Fuente: Elaboración Propia

El Asesor Financiero determina el perfil del inversionista para saber su grado de tolerancia al riesgo para luego aplicar la Teoría Moderna de la Cartera en la elección de un portafolio óptimo de inversiones para obtener rendimientos positivos.

3.2.1.2. IDENTIFICACIÓN DE ROLES Y FUENTES DE CONOCIMIENTO

Se identificó a los participantes que intervienen, sus roles y las relaciones que existen entre ellos,

- Experto Humano: Un participante fundamental para el desarrollo del sistema experto, que en el caso de la presente tesis el experto humano será un asesor de inversiones en una agencia de bolsa formado en Ciencias Económicas y Financieras.
- Libros y artículos referentes a la administración financiera: Que servirá como guía de referencia en cuanto a unificación de criterios
- Ingeniero del conocimiento: Quien se encargara de estructurar el conocimiento proporcionado por el experto humano.



Figura 3.3: Participante en el desarrollo del Sistema Experto
Fuente. Elaboración Propia

La descripción del conocimiento del especialista asesor financiero y de los libros consultados se halla estructurada por un conjunto de signos y convenciones que permiten simbolizar los hechos que suceden en un proceso de diagnóstico, para la representación del

conocimiento se utiliza la lógica difusa para interpretar algunos conceptos y reglas de inferencia, las últimas son para inferir las inserciones, las incertidumbres son representadas a través de la lógica difusa.

3.2.1.3. ARQUITECTURA GENERAL DE SISTEMA EXPERTO

La arquitectura general del sistema experto se muestra en el siguiente diagrama de bloques.

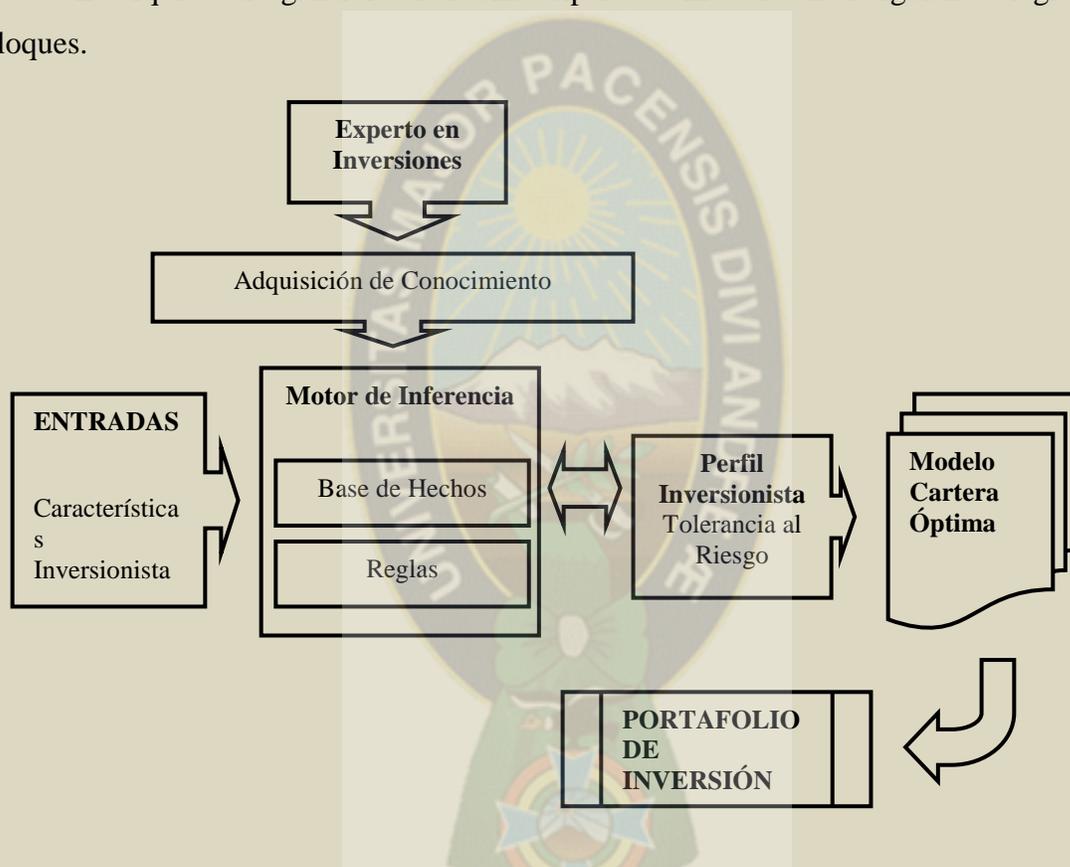


Figura 3.4. Arquitectura general del Sistema Experto
Fuente. Elaboración Propia

En la arquitectura del Sistema Experto se aprecian los componentes: Las entradas son las características del inversionista, la base de conocimiento contiene el discernimiento del especialista en inversiones adecuadamente formalizado y estructurado; la representación del conocimiento permite describir los hechos que ocurren y las reglas utilizadas en el proceso de diagnóstico del perfil de inversionista, en esta se usan las reglas

de inferencia, además el conocimiento impreciso se gestionan a través de la lógica difusa, para la elaboración de los conjuntos difusos de las preguntas que tienen varias respuestas posibles. La salida del motor de inferencia es fundamentalmente la tolerancia al riesgo en función del perfil de inversionista para finalmente utilizarla en el modelo de la Cartera Óptima para obtener un portafolio de inversión personalizado.

3.2.1.4. FACILIDADES COMPUTACIONALES

Además de que en la actualidad existen computadoras que soportan grandes volúmenes de datos para procesarlos de manera rápida, el software que ofrece las mejores condiciones para el desarrollo del prototipo es Matlab, en particular la versión R2012a.

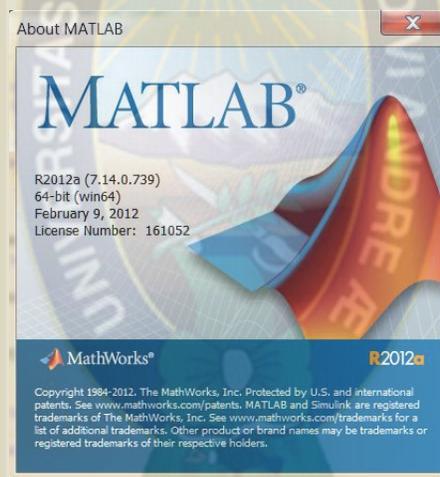


Figura 3.5: Herramienta para el desarrollo del Prototipo del Sistema Experto

Fuente: Matlab R2012a

Las razones fundamentales para optar por esta herramienta son:

- Es posible modelar y programar de manera sencilla el motor de inferencia basado en lógica difusa que emule la experiencia del experto humano.
- Posee la caja de herramienta que se necesita para aplicar la teoría moderna de la cartera propuesta por Horwitz para la obtención de portafolios eficientes.

3.2.1.5. OBJETIVOS Y METAS

En base a lo investigado hasta este momento los objetivos y metas trazados para el prototipo del sistema experto para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en bolsa de valores son los siguientes:

- Obtención de perfil de inversionista basado en la experiencia del humano con la flexibilidad que proporciona la lógica difusa.
- Aplicación la Teoría Moderna de la Cartera propuesta por Horwitz para obtener un portafolio eficiente adecuado al perfil de inversionista.

3.2.2. CONCEPTUALIZACIÓN

3.2.2.1. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

Consiste básicamente en el entendimiento del dominio del problema y de la terminología usada. Identificar y caracterizar el problema informalmente por medio de entrevistas o cuestionarios hechos a los especialistas en inversiones. Las entrevistas y los cuestionarios son una técnica directa de adquirir el conocimiento, tienen la ventaja de ser una forma eficiente de acumular información, pueden ser particularmente útiles para describir los conceptos del dominio, revelar relaciones en el dominio, y para determinar incertidumbre, en caso de que el SE ligue incertidumbres a sus conclusiones.

En esta fase se analizaron los conceptos brindados por los expertos humano en el mundo de las inversiones en mercados de valores. Las conclusiones y definiciones más relevantes que se obtuvieron son:

- En las bolsas de valores se pueden hacer inversiones que generen ganancias, pero pueden también ocasionar pérdidas.
- Las inversiones en acciones permiten al inversionista ganar dinero mediante dos formas: las rentabilidades de los valores producto de las fluctuaciones de sus cotizaciones y por los dividendos generados por las utilidades de las empresas.

- La rentabilidad es proporcional al riesgo, esto significa que, cuanto mas rendimientos ofrezca un determinado valor, mayor será el riesgo de resultados inesperados.
- Las decisiones de inversiones se toman en condiciones de incertidumbre, es decir, no se tiene certeza de lo que acontecerá en el futuro.
- Todo inversionista exige altos rendimientos pero mínimos riesgos, es la conducta normal en todo individuo.
- Los portafolios de inversión, mediante la diversificación de instrumentos financieros permiten la minimización de riesgos.
- La inversión debe realizarse en función del tipo de inversionista
- En el asesoramiento para inversiones es primordial la determinación del perfil de inversionista a efectos de determinar su tolerancia al riesgo.
- Un portafolio de inversión es un conjunto de activos financieros que una persona escoge para invertir su dinero.
- Un activo financiero permite obtener ganancias. Los más comunes son los de renta variable y los de renta fija.

3.2.2.2. DELIMITACIÓN

Para la delimitación del campo de acción de sistema experto propuesto y plasmado en un prototipo se determinó lo siguiente:

- El Sistema Experto no apoya en la selección de Activos Financieros, se asume que ya están seleccionados con los mejores criterios posibles.
- El Sistema Experto no considera regulación legal alguna debido a que el prototipo pretende ser, de alguna manera, genérico.

3.2.3. FORMALIZACIÓN

Luego de la realización de la conceptualización, se procede a expresar dicho conocimiento de una manera formal. Esta etapa tiene como objetivo expresar los conocimientos sobre el problema y su resolución en estructuras que puedan ser utilizadas por una computadora.

Una de las técnicas de formalización son los sistemas de producción, que es la técnica de representación más utilizada para expresar formalmente los conocimientos de un dominio. La arquitectura de un sistema de producción está formado por tres elementos: Base de Hechos, Base de Reglas o producciones los cuales forman la base de conocimiento, y una estrategia de control.

3.2.3.1. BASE DE CONOCIMIENTO

La Base de Conocimiento está constituida por aquellos conceptos en la determinación del perfil de inversionista, extraído de los expertos en el dominio. Ya que el procesamiento para la obtención del portafolio eficiente es realizada mediante la aplicación del modelo de la Cartera Óptima.

a) Variables para la Base de Conocimiento

Las variables de entrada identificadas para el sistema experto son ciertas características de un potencial inversor, establecidas por los especialistas en inversiones, que con ciertos valores, luego de procesados por un motor de inferencia, reflejan el tipo de inversionista, es decir un perfil, y su grado de tolerancia al riesgo.

Las variables de entrada, que representan las características del inversionista y se muestran en la siguiente tabla.

Nº	VARIABLE LINGÜÍSTICA	DESCRIPCIÓN	RANGO / VALOR LINGÜÍSTICO
1	Edad	Edad del inversionista	25 - 80 años Joven Adulto Adulto Mayor
2	ExpRetiro	Expectativa de Retiro. Esta variable está relacionada a la edad.	5 – 25 años Corto Plazo Mediano Plazo Largo Plazo
3	AcepPerdidas	Aceptación de Pérdidas. Indica la predisposición del potencial inversionista a perder un porcentaje de su capital.	5% - 20% Poca Moderada Mucha
4	PredInvRV	Predisposición a Inversiones de Renta Variable. Indica la propensión por parte del inversionista a efectuar inversiones de renta variable, donde pueden existir ganancias y pérdidas.	0 - 10 Baja Moderada Alta
5	AcepRiesIng	Aceptación de asumir más riesgos a cambio de una posibilidad de mayor rendimiento. Esta variable está relacionada a la aceptación de pérdidas y a la predisposición en inversiones de renta variable.	0 - 10 Baja Media Alta
6	SufPatrRetiro	Suficiencia patrimonial para el retiro. Esta variable está relacionada con la edad, y con la expectativa de retiro. Es un indicador de la riqueza financiera del inversionista.	0 -10 Insuficiente Posiblemente Suficiente

Tabla 3.1. Variables Lingüísticas

Fuente. Elaboración con los expertos humanos

En la tabla anterior se puede evidenciar los nombres y las descripciones de las variables planteadas, pero también sus rangos y sus valores lingüísticos comprensibles por el ser humano.

La variable de salida cuyo objetivo es mostrar el perfil de inversionista, y su tolerancia al riesgo, en función de las variables lingüísticas de entrada, sirve a su vez de entrada al subsistema de aplicación del Modelo de la Cartera Óptima.

La variable lingüística de salida cuyo valor representa el porcentaje de tolerancia al riesgo, se muestra en la siguiente tabla.

VARIABLE LINGÜÍSTICA	DESCRIPCIÓN	RANGO / VALOR LINGÜÍSTICO
Perfil-Inversionista	Perfil de Inversionista y Grado de tolerancia al riesgo	0% - 100% Conservador Moderado Agresivo

Tabla 3.2. Variable Lingüísticas de Salida
Fuente. Elaboración con los expertos humanos

Para su mayor comprensión, se muestran las descripciones extendidas de las variables lingüísticas de entrada, así como su incidencia en la variable de salida.

Nº	VARIABLE LINGÜÍSTICA	DESCRIPCIÓN EXTENDIDA
1	Edad	A menor edad posee características de inversionista agresivo, arriesgado. Por el contrario a mayor edad el tipo de inversionista es conservador. Un término, medio representa a un inversor moderado.
2	ExpRetiro	Mientras más joven se es, su expectativa de retiro es a largo plazo, siendo un inversionista agresivo. Por otro lado si la expectativa de retiro es a corto plazo, implica mayor edad y corresponde un perfil de inversionista conservador, existe también un término medio que es el inversionista moderado.
3	AcepPerdidas	A mayor porcentaje le corresponde un perfil de inversionista Agresivo, intermedio a moderado y a menor porcentaje le corresponde una perfil conservador.
4	PredInvRV	A mayor predisposición el tipo de inversionista es agresivo, a medio moderado y a bajo conservador.
5	AcepRiesIng	A mayor valor le corresponde un perfil de inversionista agresivo, a un valor medio el perfil es moderado y a bajo valor le corresponde un tipo de inversionista conservador.
6	SufPatrRetiro	Mientras más sea la valoración de esta variable le corresponde un perfil de inversionista agresivo, un valor medio a un perfil moderado y valores bajos corresponden a un perfil conservador.

Tabla 3.3. Descripción Extendida de las Variables Lingüísticas de Entrada
Fuente. Elaboración con los expertos humanos

b) Definición de Conjuntos Difusos y Funciones de Pertenencias de las Variables Lingüísticas

A continuación se definen los conjuntos difusos y funciones de pertenencia para cada una de las variables lingüísticas difusas.

- i. **Edad.** A mayor edad, mayor tolerancia al riesgo. El conjunto difuso se muestra a continuación. Está compuesta por dos trapezoidales y una trigonométrica.



Figura 3.6. Conjuntos Difusos para la variable Edad
Fuente. Elaboración Propia

A continuación se muestran las funciones de pertenencia de la variable definida

TRAPEZOIDAL	TRIGONOMÉTRICA
$Joven(x) = \begin{cases} 1, & x < 30 \\ \frac{45 - x}{45 - 30}, & 30 \leq x \leq 45 \\ 0, & x > 45 \end{cases}$	$Adulto(x) = \begin{cases} 0, & x < 35 \\ \frac{x - 35}{50 - 35}, & 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65 - x}{65 - 50}, & 50 \leq x \leq 65 \\ 0, & x > 65 \end{cases}$
$AdultoMayor(x) = \begin{cases} 1, & x > 70 \\ \frac{x - 55}{70 - 55}, & 55 \leq x \leq 70 \\ 0, & x < 55 \end{cases}$	

Tabla 3.4. Funciones de pertenencia para la variable Edad
Fuente. Elaboración propia con los expertos humanos

- ii. **ExpRetiro.** Expectativa de Retiro. A mayor plazo, mayor tolerancia al riesgo. El conjunto difuso se muestra a continuación. Está compuesta por dos trapezoidales y una trigonométrica.

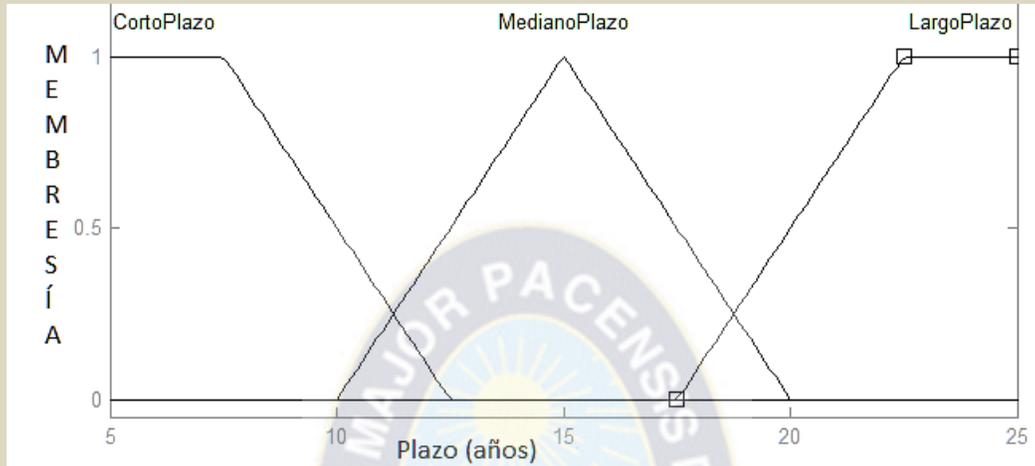


Figura 3.7. Conjuntos Difusos para la variable ExpRetiro

Fuente. Elaboración Propia

A continuación se muestran las funciones de pertenencia de la variable ExpRetiro, que reflejan en forma de ecuaciones las gráficas mostradas en la anterior figura.

TRAPEZOIDAL	TRIGONOMÉTRICA
$CortoPlazo(x) = \begin{cases} 1, & x < 7.5 \\ \frac{12.5 - x}{12.5 - 7.5}, & 7.5 \leq x \leq 12.5 \\ 0, & x > 12.5 \end{cases}$	$MedianoPlazo(x) = \begin{cases} 0, & x < 10 \\ \frac{x - 10}{15 - 10}, & 10 \leq x \leq 15 \\ \frac{20 - x}{20 - 15}, & 15 < x \leq 20 \\ 0, & x > 20 \end{cases}$
$LargoPlazo(x) = \begin{cases} 1, & x > 22.5 \\ \frac{x - 17.5}{22.5 - 17.5}, & 17.5 \leq x \leq 22.5 \\ 0, & x < 17.5 \end{cases}$	

Tabla 3.5. Funciones de pertenencia para la variable ExpRetiro

Fuente. Elaboración propia con los expertos humanos

Como se puede observar el resultado de aplicar cada ecuación está entre 0 y 1, usando según corresponda una determinada ecuación.

- iii. **AcepPerdidas.** Aceptación de pérdidas. A mayor aceptación, mayor tolerancia al riesgo. El conjunto difuso se muestra a continuación. Está compuesta por dos trapezoidales y una trigonométrica.

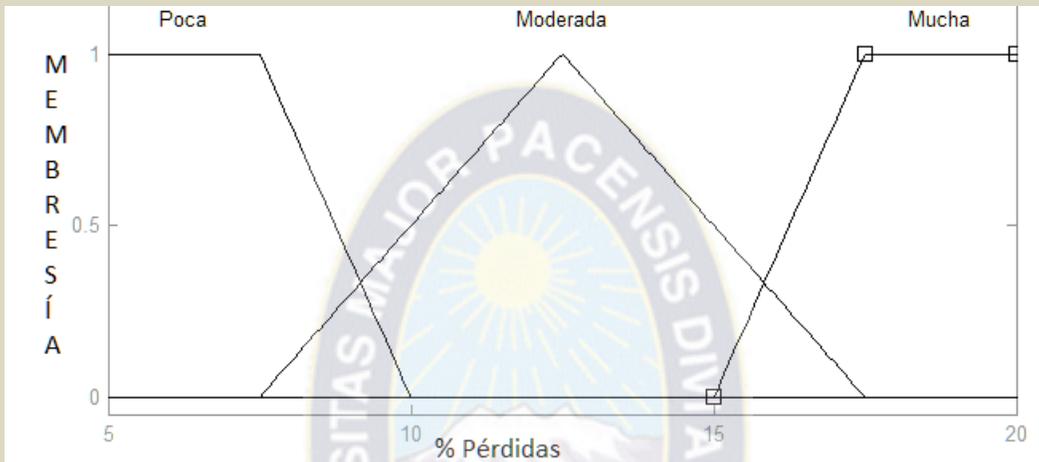


Figura 3.8. Conjuntos Difusos para la variable AcepPerdidas
Fuente. Elaboración Propia

A continuación se muestran las funciones de pertenencia de la variable AcepPerdidas, que reflejan en las gráficas mostradas en la anterior figura.

TRAPEZOIDAL	TRIGONOMÉTRICA
$Poca(x) = \begin{cases} 1, & x < 7.5 \\ \frac{10 - x}{10 - 7.5}, & 7.5 \leq x \leq 10 \\ 0, & x > 10 \end{cases}$	$Moderada(x) = \begin{cases} 0, & x < 7.5 \\ \frac{x - 7.5}{12.5 - 7.5}, & 7.5 \leq x \leq 12.5 \\ \frac{17.5 - x}{17.5 - 12.5}, & 12.5 < x \leq 17.5 \\ 0, & x > 17.5 \end{cases}$
$Mucha(x) = \begin{cases} 1, & x > 17.5 \\ \frac{x - 15}{17.5 - 15}, & 15 \leq x \leq 17.5 \\ 0, & x < 15 \end{cases}$	

Tabla 3.6. Funciones de pertenencia para la variable AcepPerdidas
Fuente. Elaboración propia con los expertos humanos

Se puede ver que la función trigonométrica requiere de cuatro ecuaciones, por que existen cuatro rangos.

- iv. **PredInvRV.** Predisposición de inversión en valores de renta variable. A mayor predisposición, mayor tolerancia al riesgo. El conjunto difuso se muestra a continuación. Está compuesta por dos trapezoidales y una trigonométrica.

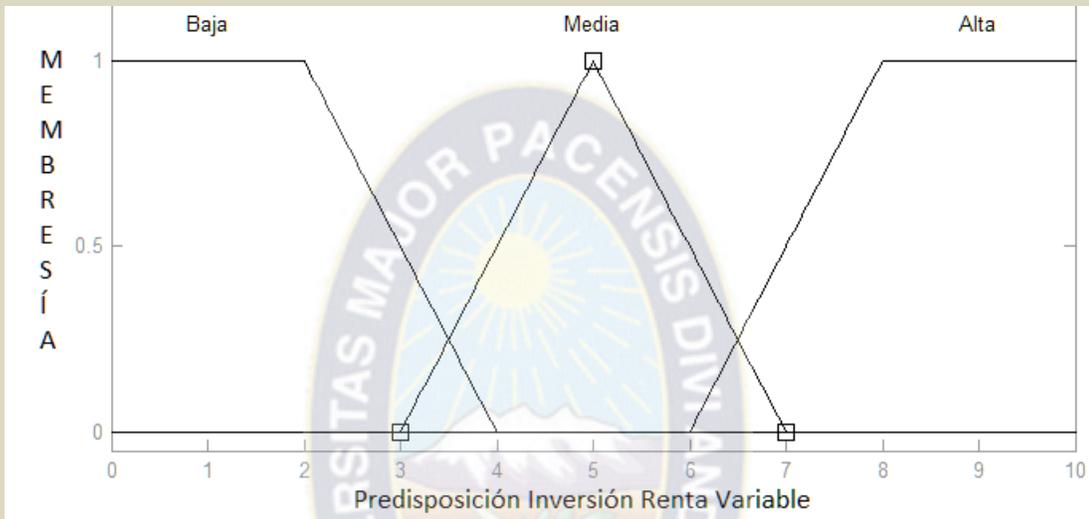


Figura 3.9. Conjuntos Difusos para la variable PredInvRV

Fuente. Elaboración Propia

A continuación se muestran las funciones de pertenencia de la variable PredInvRV, que reflejan en forma de ecuaciones las gráficas mostradas en la anterior figura.

TRAPEZOIDAL	TRIGONOMÉTRICA
$Baja(x) = \begin{cases} 1, & x < 2 \\ \frac{4-x}{4-2}, & 2 \leq x \leq 4 \\ 0, & x > 4 \end{cases}$	$Media(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ \frac{x-3}{5-3}, & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5}, & 5 < x \leq 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases}$
$Alta(x) = \begin{cases} 1, & x > 8 \\ \frac{x-6}{8-6}, & 6 \leq x \leq 8 \\ 0, & x < 6 \end{cases}$	

Tabla 3.7. Funciones de pertenencia para la variable PredInvRV

Fuente. Elaboración propia con los expertos humanos

En el caso de los trapezoides existen solo 3 rangos, razón por la que se requieren tres ecuaciones.

- v. **AcepRiesIng.** Aceptación de mayor riesgo a cambio de posibilidades de mayores rentabilidades. A mayor aceptación, mayor tolerancia al riesgo. El conjunto difuso se muestra a continuación.

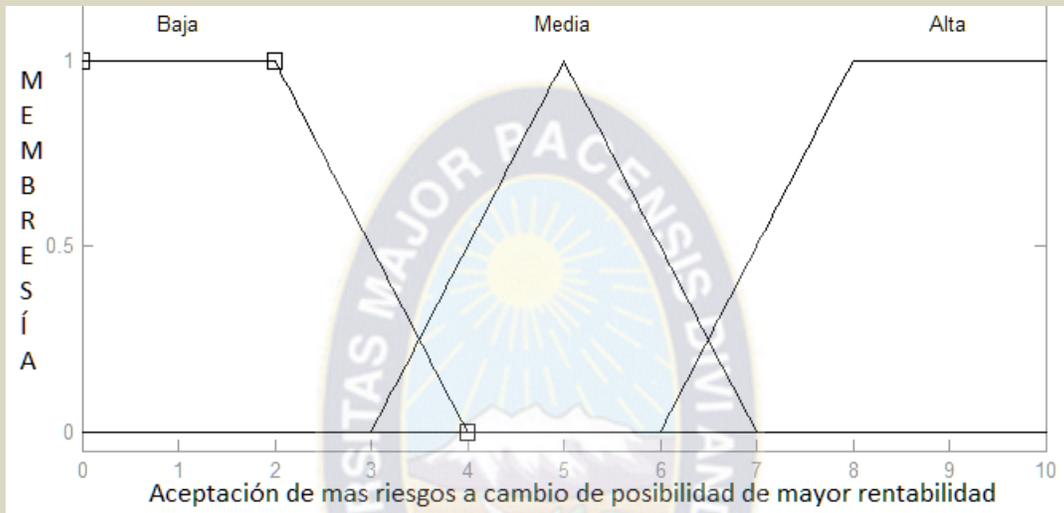


Figura 3.10. Conjuntos Difusos para la variable AcepRiesIng
Fuente. Elaboración Propia

A continuación se muestran las funciones de pertenencia de la variable AcepRiesIng, que reflejan en ecuaciones las gráficas mostradas en la anterior figura.

TRAPEZOIDAL	TRIGONOMÉTRICA
$Baja(x) = \begin{cases} 1, & x < 2 \\ \frac{4-x}{4-2}, & 2 \leq x \leq 4 \\ 0, & 4 > 10 \end{cases}$	$Media(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ \frac{x-3}{5-3}, & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5}, & 5 < x \leq 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases}$
$Alta(x) = \begin{cases} 1, & x > 8 \\ \frac{x-6}{8-6}, & 6 \leq x \leq 8 \\ 0, & x < 6 \end{cases}$	

Tabla 3.7. Funciones de pertenencia para la variable AcepRiesIng
Fuente. Elaboración propia con los expertos humanos

- vi. **SufPatrRet.** Suficiencia del Patrimonio para el Retiro. A mayor valor, mayor tolerancia al riesgo. El conjunto difuso se muestra a continuación.

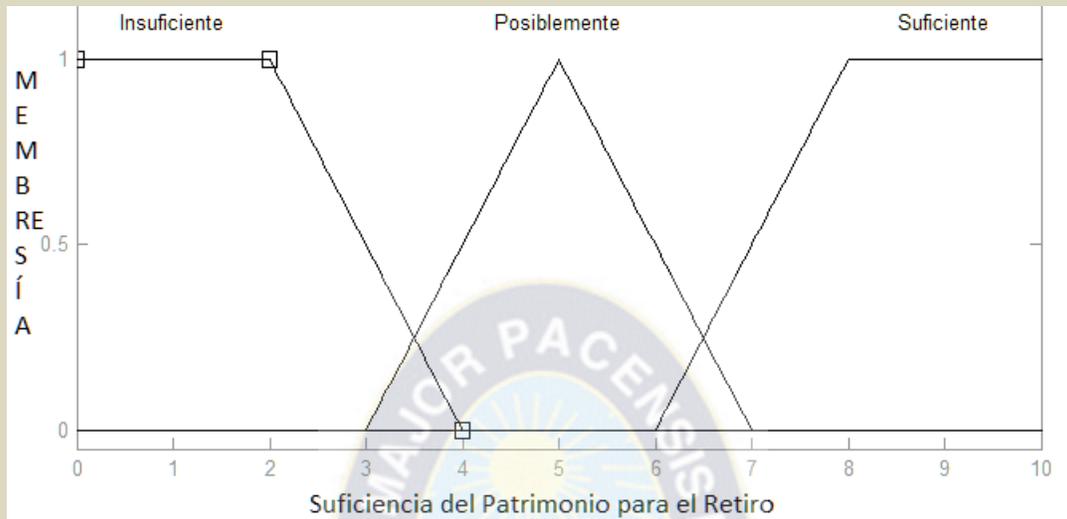


Figura 3.11. Conjuntos Difusos para la variable SufPatrRet
Fuente. Elaboración Propia

A continuación se muestran las funciones de pertenencia de la variable SufPatrRet, que reflejan en forma de ecuaciones las gráficas mostradas en la anterior figura.

TRAPEZOIDAL	TRIGONOMÉTRICA
$Insuficiente(x) = \begin{cases} 1, & x < 2 \\ \frac{4-x}{4-2}, & 2 \leq x \leq 4 \\ 0, & 4 > 10 \end{cases}$	$Posiblemente(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ \frac{x-3}{5-3}, & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5}, & 5 < x \leq 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases}$
$Suficiente(x) = \begin{cases} 1, & x > 8 \\ \frac{x-6}{8-6}, & 6 \leq x \leq 8 \\ 0, & x < 6 \end{cases}$	

Tabla 3.8. Funciones de pertenencia para la variable SufPatrRet
Fuente. Elaboración propia con los expertos humanos

vii. **Perfil-Inversionista.** Perfil de inversionista y grado de tolerancia al riesgo. A mayor valor, mayor tolerancia al riesgo. El conjunto difuso se muestra a continuación.

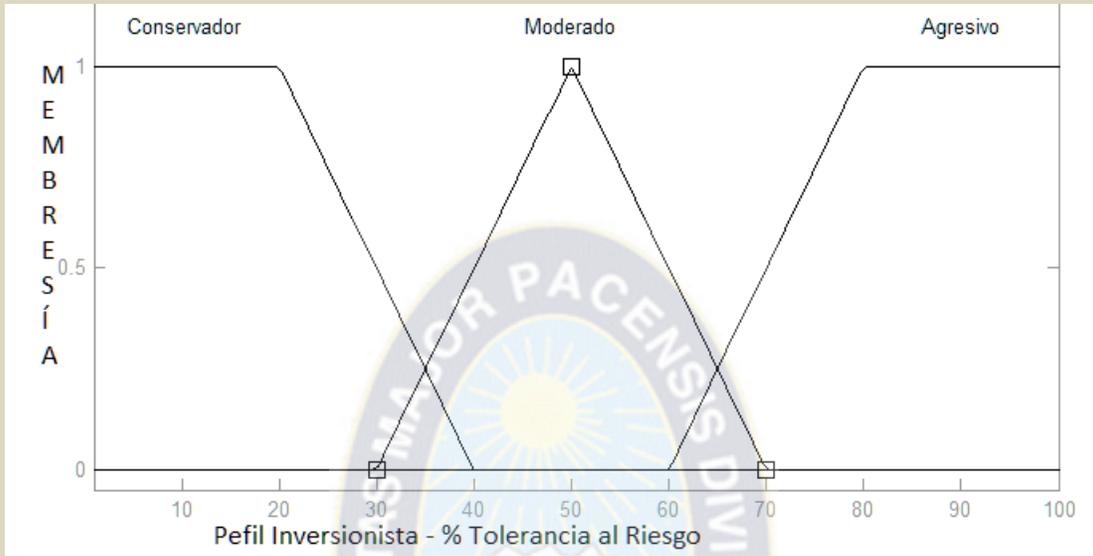


Figura 3.12. Conjuntos Difusos para la variable Perfil - Inversionista
Fuente. Elaboración Propia

A continuación se muestran las funciones de pertenencia de la variable Perfil - Inversionista, que reflejan las gráficas mostradas en la anterior figura.

TRAPEZOIDAL	TRIGONOMÉTRICA
$ \begin{aligned} & \text{Conservador}(x) \\ & = \begin{cases} 1, & x < 20 \\ \frac{40 - x}{40 - 20}, & 20 \leq x \leq 40 \\ 0, & x > 40 \end{cases} \end{aligned} $	$ \begin{aligned} & \text{Moderado}(x) \\ & = \begin{cases} 0, & x < 30 \\ \frac{x - 30}{50 - 30}, & 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{70 - x}{70 - 50}, & 50 < x \leq 70 \\ 0, & x > 70 \end{cases} \end{aligned} $
$ \begin{aligned} & \text{Agresivo}(x) \\ & = \begin{cases} 1, & x > 80 \\ \frac{x - 60}{80 - 60}, & 60 \leq x \leq 80 \\ 0, & x < 60 \end{cases} \end{aligned} $	

Tabla 3.9. Funciones de pertenencia para la variable Perfil - Inversionista
Fuente. Elaboración propia con los expertos humanos

c) Base de Reglas

La base de reglas es la forma más extendida de representar el conocimiento, permitiendo así emular el razonamiento de los expertos. La forma general de una regla es la siguiente:

Si <condición> **Entonces** <acción / conclusión>

Al conjunto de reglas se denomina base de reglas. Para el caso del presente trabajo de grado el consecuente es una conclusión que se corresponde con el perfil de inversionista y su grado de tolerancia al riesgo. Una de las formas de representar el conocimiento son las reglas de producción, por tanto se presentan algunas reglas.

- **Si** <Edad es Joven>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Agresivo>
- **Si** <Edad es Adulto>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Moderado>
- **Si** <Edad es AdultoMayor>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Conservador>
- **Si** <ExpRetiro es CortoPlazo>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Conservador>
- **Si** <ExpRetiro es MedianoPlazo>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Moderado>
- **Si** <ExpRetiro es LargoPlazo>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Agresivo>

- **Si** <AcepPerdidas es Poca>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Conservador>
- **Si** <AcepPerdidas es Moderada>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Moderado>
- **Si** <AcepPerdidas es Mucha>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Agresivo>
- **Si** <PredInvRV es Baja>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Conservador>
- **Si** <PredInvRV es Media>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Moderado>
- **Si** <PredInvRV es Alta>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Agresivo>
- **Si** <AcepRiesIng es Baja>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Conservador>
- **Si** <AcepRiesIng es Media>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Moderado>
- **Si** <AcepRiesIng es Alta>
Entonces
<Perfil-Inversionista es Agresivo>

- **Si** <SufPatrRetiro es Insuficiente>

Entonces

<Perfil-Inversionista es Conservador>

- **Si** <SufPatrRetiro es Posiblemente>

Entonces

<Perfil-Inversionista es Moderado>

- **Si** <SufPatrRetiro es Suficiente>

Entonces

<Perfil-Inversionista es Agresivo>

Las reglas enunciadas anteriormente sirven para el desarrollo del motor de inferencia permitiendo la determinación del perfil de inversionista.

3.2.3. IMPLEMENTACIÓN

La implementación del prototipo del Sistema Experto para el apoyo en decisiones sobre inversiones en mercados de valores, fue realizada mediante Matlab R2012a utilizando dos cajas de herramientas:

- Fuzzy Tool Box. Que sirvió para el desarrollo del motor de inferencias y que permite la determinación del perfil de inversionista.
- Financial Tool Box. Que sirvió para la manipulación de portafolios de inversión permitiendo la determinación de un portafolio eficiente según el tipo de inversionista.

3.2.3.1. ESTRUCTURA GENERAL DEL MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia es de tipo difuso y cuyo modelo es Mamdani cuya función es determinar el perfil de inversionista como se ve en la siguiente figura.

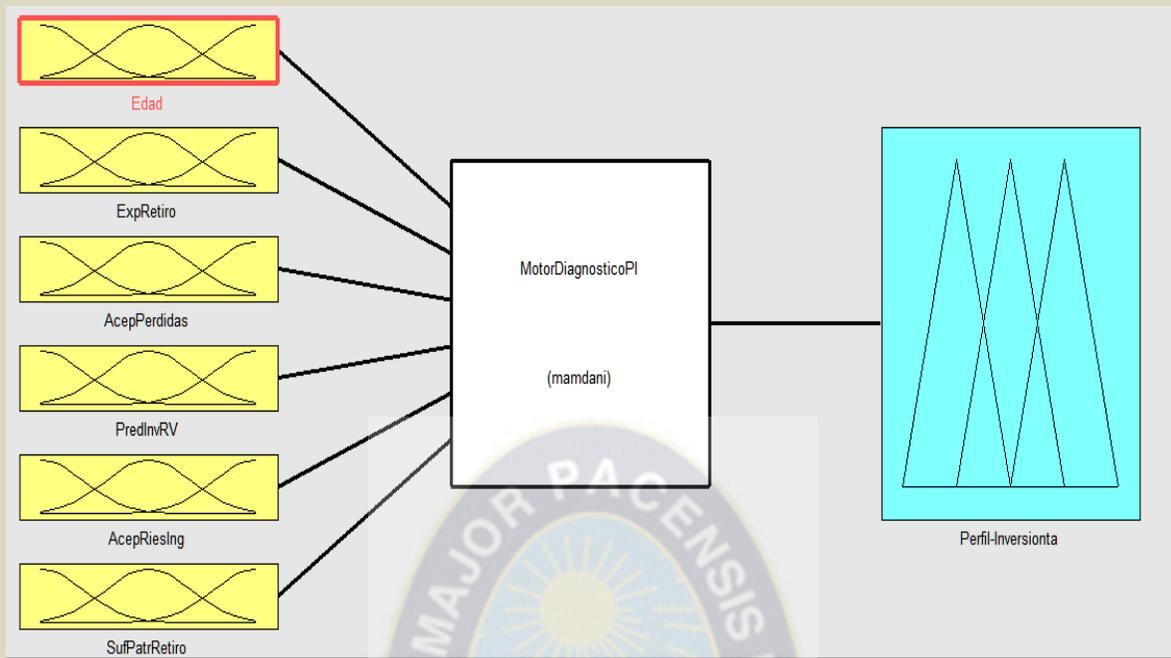


Figura 3.13: Estructura General del Motor de Inferencia

Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

En las siguientes figuras se muestran los diseños de las variables lingüísticas para su posterior tratamiento.

i. Variable Edad. Esta variable es de entrada

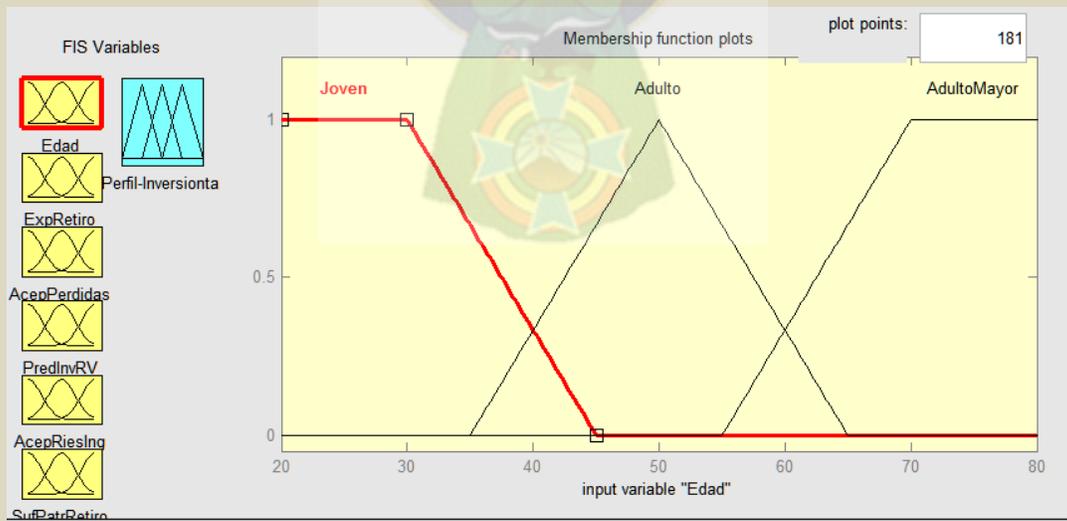


Figura 3.14: Variable Edad

Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

La variable de entrada **Edad** está comprendida entre los 20 a los 80, la relación con la variable de salida es mientras más años tiende a ser inversionista conservador, caso contrario es agresivo.

ii) Variable ExpRetiro

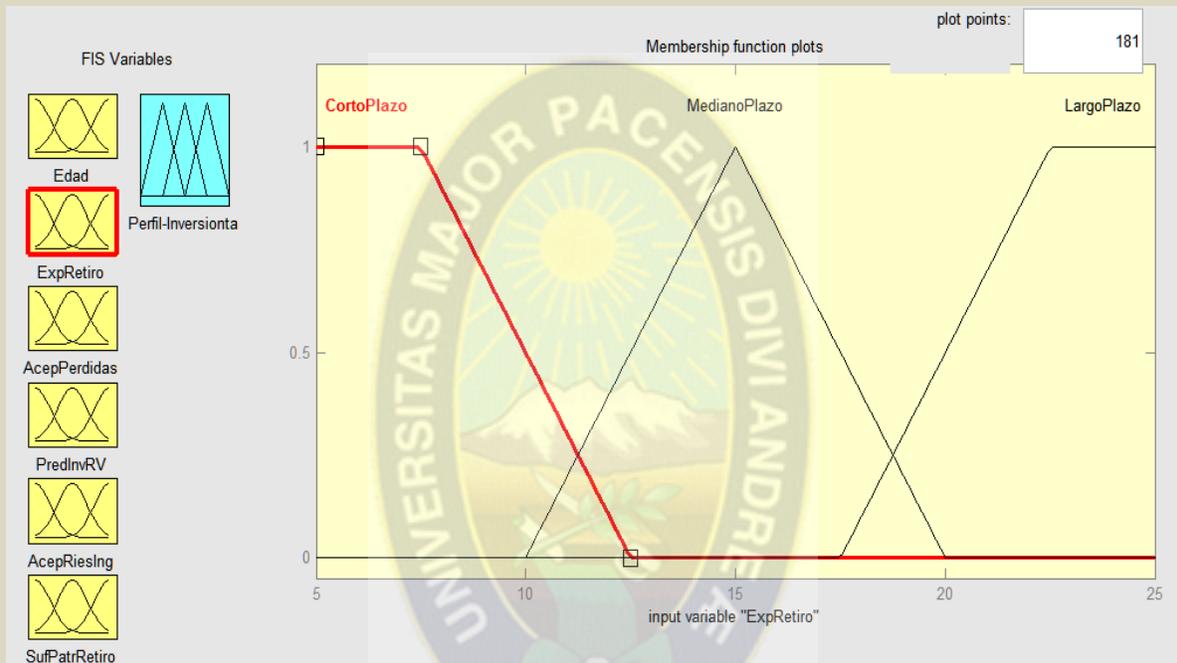


Figura 3.15: Variable ExpRetiro

Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

Si la tendencia de la variable es de CortoPlazo a LargoPlazo, entonces la variable de salida es de conservador a Agresivo. Esta variable está también relacionada con la edad ya que generalmente cuando una persona es joven, sus expectativas de retiro o jubilación son a largo plazo. El rango de valores que puede asumir esta variable está dada en años que va desde los 5 hasta los 25 años.

Cabe aclarar que las escalas reflejan las funciones definidas en la etapa de Formalización.

iii) Variable AcepPerdidas

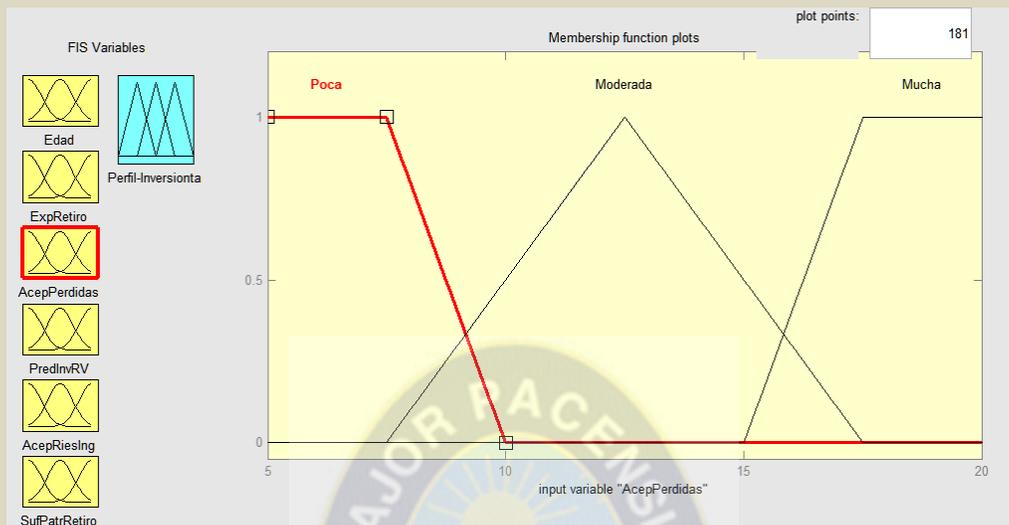


Figura 3.16: Variable AcepPerdidas
Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

La variable está dada en porcentajes respecto del capital invertido, desde 5% hasta 20%. A menor valor, el perfil es conservador, a mayor es agresivo.

iv) Variable PredInvRV

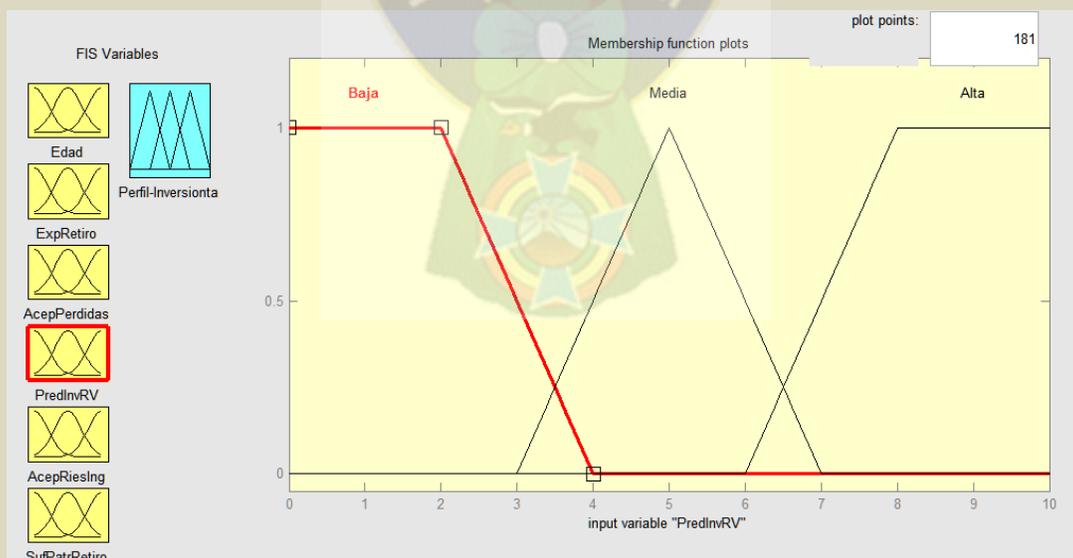


Figura 3.17: Variable PredInvRV
Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

La variable de entrada PredInvRV, Predisposición en Inversión de Renta Variable, tiene como rango una escala del 0 al 10. La más baja puntuación corresponde a un inversionista conservador, mientras que la más alta a un inversionista agresivo.

v) Variable AcepRiesIng

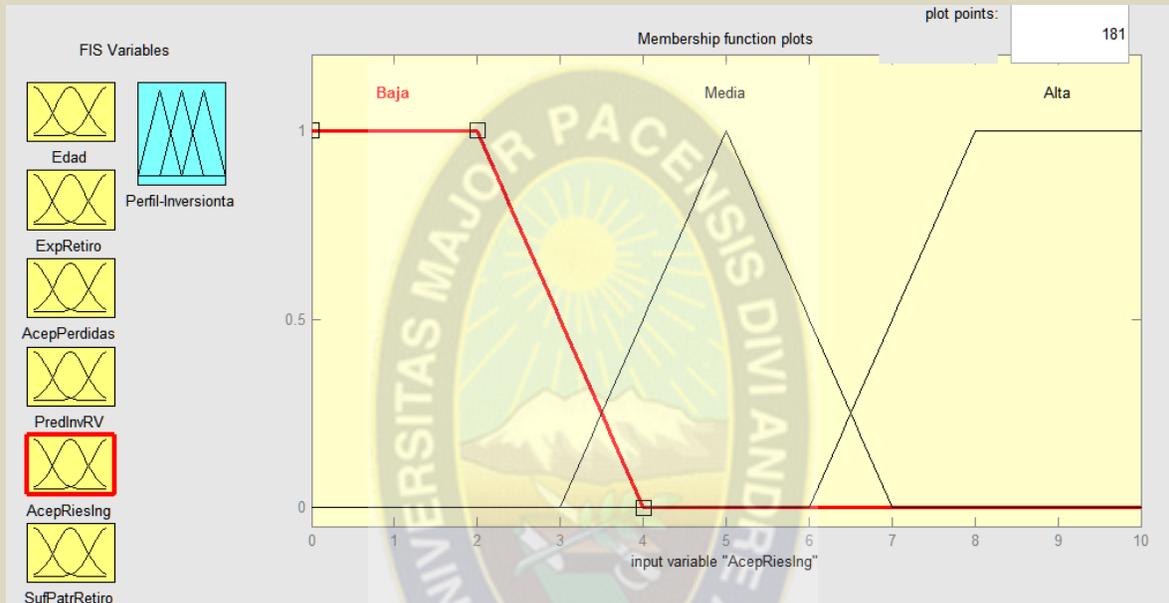


Figura 3.18: Variable AcepRiesIng

Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

Su valor fluctúa entre 0 y 10 siendo el menor para inversionista conservador y el mayor para un inversionista agresivo. Siendo esta variable de entrada.

A estas alturas se puede notar que la herramienta Fuzzy Tool Box de Matlab permite una modelación cómoda del motor de inferencia, lo que permite un mejor entendimiento en el desarrollo, muestra gráficas que ayudan visualmente en la determinación de los rangos de las variables lingüísticas.

A continuación se presenta la sexta y última variable de entrada, su nombre es SufPatrRetiro y se muestra en la siguiente figura.

vi) Variable SufPatrRetir

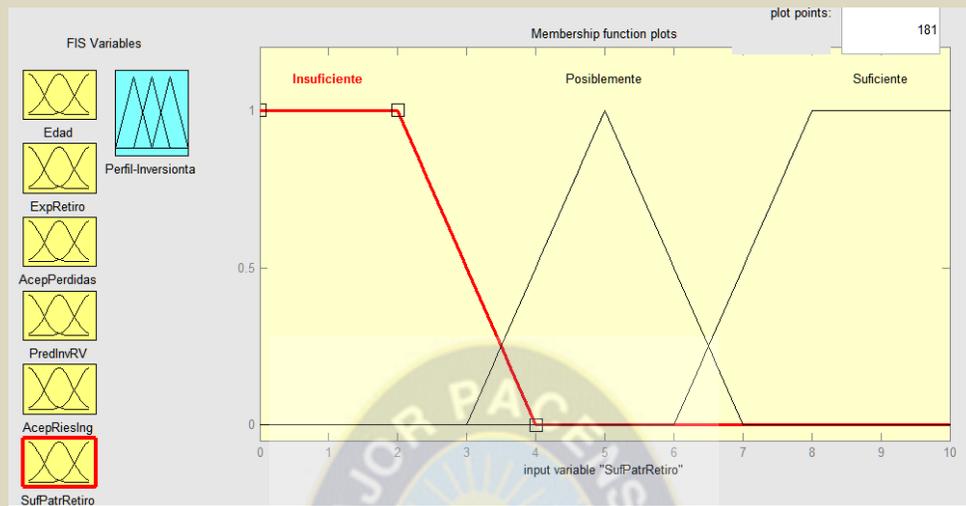


Figura 3.19: Variable SufPatrRetiro
Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

Su rango comprende del 0 al 10 y sus consecuentes son inversionistas conservador y agresivo respectivamente. Es una variable de entrada.

vii) Variable Perfil-Inversionista (Variable de Salida)

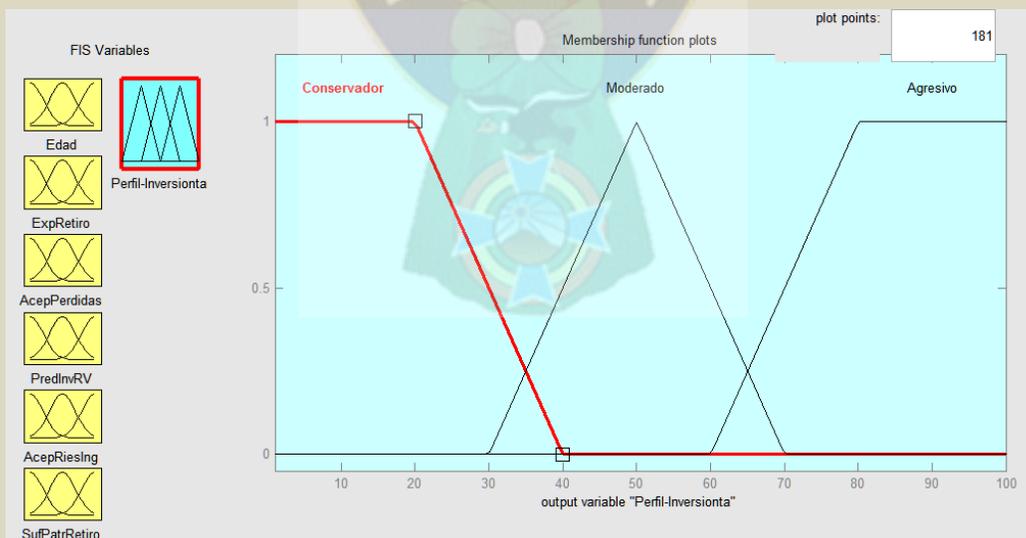


Figura 3.20: Variable Perfil Inversionista
Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

La figura anterior muestra la única salida y describe el perfil de inversionista sus valores son inversionista conservador, moderado y agresivo, está en una escala del 0% al 100% y representa el grado de tolerancia al riesgo. Y es la que se usará para hallar el portafolio eficiente.

viii) Reglas de Inferencia

1. If (Edad is Joven) then (Perfil-Inversioenta is Agresivo) (1)
2. If (Edad is Adulto) then (Perfil-Inversioenta is Moderado) (1)
3. If (Edad is AdultoMayor) then (Perfil-Inversioenta is Conservador) (1)
4. If (ExpRetiro is CortoPlazo) then (Perfil-Inversioenta is Conservador) (1)
5. If (ExpRetiro is MedianoPlazo) then (Perfil-Inversioenta is Moderado) (1)
6. If (ExpRetiro is LargoPlazo) then (Perfil-Inversioenta is Agresivo) (1)
7. If (AcepPerdidas is Poca) then (Perfil-Inversioenta is Conservador) (1)
8. If (AcepPerdidas is Moderada) then (Perfil-Inversioenta is Moderado) (1)
9. If (AcepPerdidas is Mucha) then (Perfil-Inversioenta is Agresivo) (1)
10. If (PredInvRV is Baja) then (Perfil-Inversioenta is Conservador) (1)
11. If (PredInvRV is Media) then (Perfil-Inversioenta is Moderado) (1)
12. If (PredInvRV is Alta) then (Perfil-Inversioenta is Agresivo) (1)
13. If (AcepRiesIng is Baja) then (Perfil-Inversioenta is Conservador) (1)
14. If (AcepRiesIng is Media) then (Perfil-Inversioenta is Moderado) (1)
15. If (AcepRiesIng is Alta) then (Perfil-Inversioenta is Agresivo) (1)
16. If (SufPatrRetiro is Insuficiente) then (Perfil-Inversioenta is Conservador) (1)
17. If (SufPatrRetiro is Posiblemente) then (Perfil-Inversioenta is Moderado) (1)
18. If (SufPatrRetiro is Suficiente) then (Perfil-Inversioenta is Agresivo) (1)

Figura 3.21: Reglas de Inferencia

Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

Las reglas de inferencia tienen la función de inferir, en base a las variables de entrada, el perfil de inversionista con un enfoque difuso. Estas emulan el razonamiento del experto humano.

A continuación, en la siguiente figura, se muestra la forma en que se realiza el razonamiento difuso

ix) Razonamiento Difuso

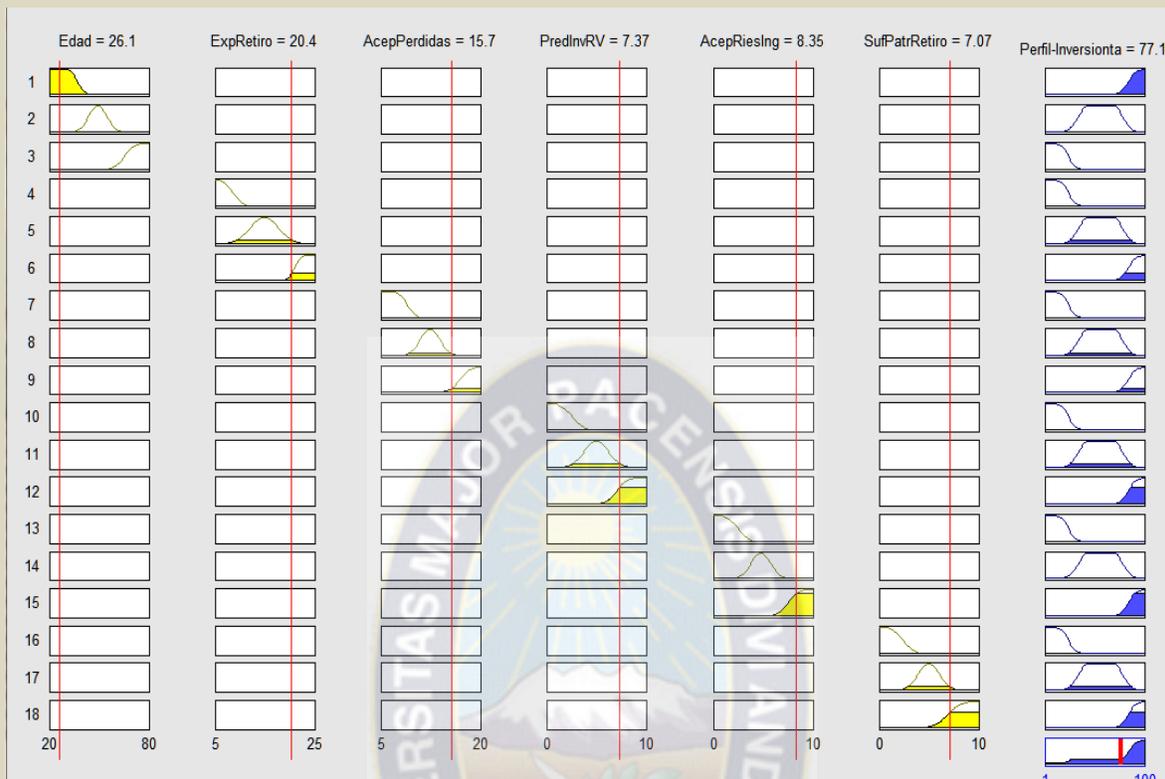


Figura 3.22: Razonamiento difuso

Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

La figura muestra el razonamiento difuso que realiza el sistema experto para diferentes valores de cada variable aplicando las reglas de inferencia. En el caso de la figura el perfil del inversionista es moderado a agresivo y su tolerancia al riesgo es del 77.10%

Cabe resaltar que todas las reglas son evaluadas simultáneamente, con valores para sus respectivas variables, para proporcionar la salida, que en este caso muestra el porcentaje de tolerancia al riesgo.

Además se puede ver en la figura los rangos y el valor asignado, así como su incidencia en las demás reglas de inferencia.

En la Base de Reglas no existen evaluaciones compuestas, es decir, variables en conjunción con algún conectivo lógico.

x) Superficies

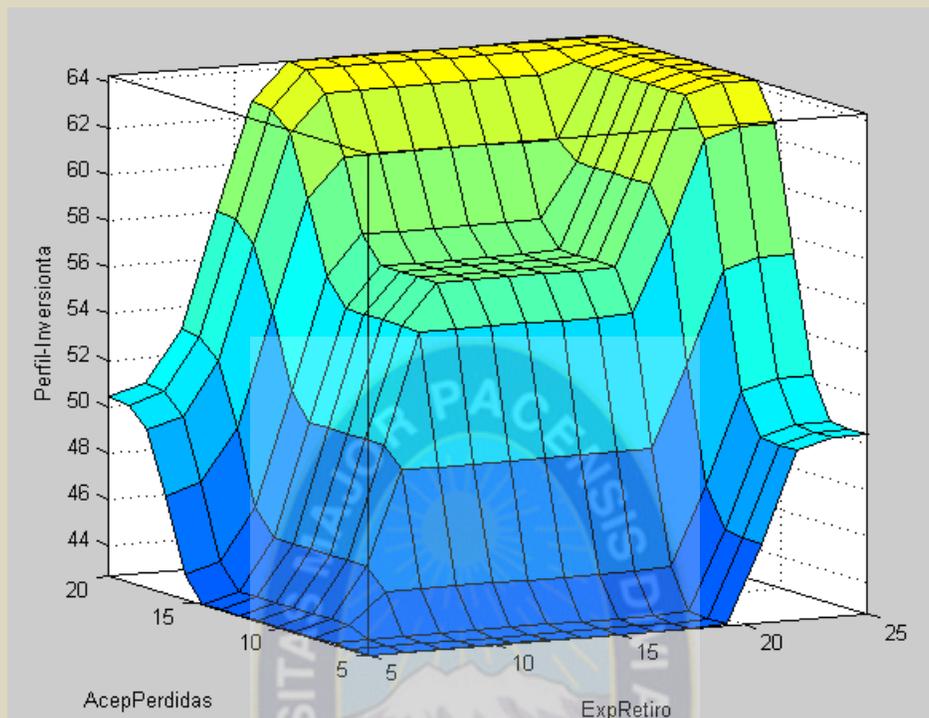


Figura 3.23: Superficies

Fuente: Elaboración Propia hecha en Matlab R2012a

Estas superficies permiten visualizar en tres dimensiones la influencia que tienen cada una de las variables de entrada sobre la variable de salida, en el gráfico se muestra la influencia de las variables de entrada *AcepPerdidas* y *ExpRetiro* sobre la variable de salida *Perfil-Inversionista*.

3.2.3.2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EXPERTO

Como se mencionó anteriormente, las dos etapas fundamentales en el asesoramiento sobre inversiones en mercados de valores son: la definición del perfil de inversionista y la aplicación de la teoría moderna de la cartera, mismas que se muestran en las siguientes figuras:

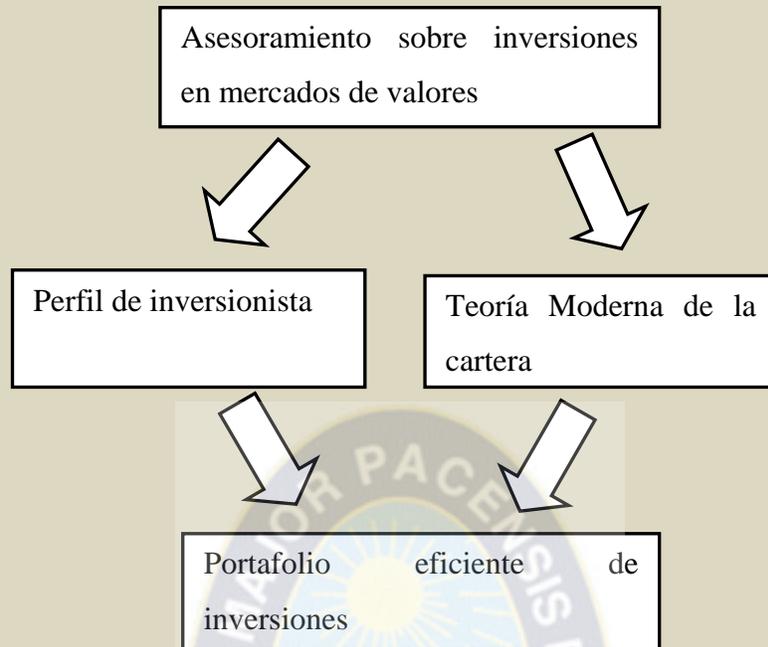


Figura 3.24: Funcionamiento general del asesoramiento en inversiones

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior existen dos procesos fundamentales en la determinación de un portafolio eficiente de inversiones, la determinación de un perfil de inversionista por una parte, y la aplicación de la teoría moderna de la cartera.

Cabe aclarar que la determinación del perfil del inversionista está estrechamente ligada a la experiencia del especialista humano y es la razón por la que se emplea la lógica difusa para modelar su comportamiento racional.

Por otro lado, la herramienta para la determinación de un portafolio de inversiones eficiente, en función del tipo de inversionista es la teoría moderna de la cartera, que en función de la matemática y estadística aplicada permite obtener portafolios maximizando rentabilidades según la tolerancia al riesgo que el inversionista posea.

Aunque el diagrama muestra el paralelismo entre la determinación del perfil del inversionista y la aplicación de la teoría moderna de la cartera, en realidad el procesamiento

se realiza en serie, primero la determinación del perfil y luego la aplicación de la teoría moderna de la cartera.

Para entender mejor el diagrama anterior, a continuación se presenta otro esquema con mayor grado de detalle.

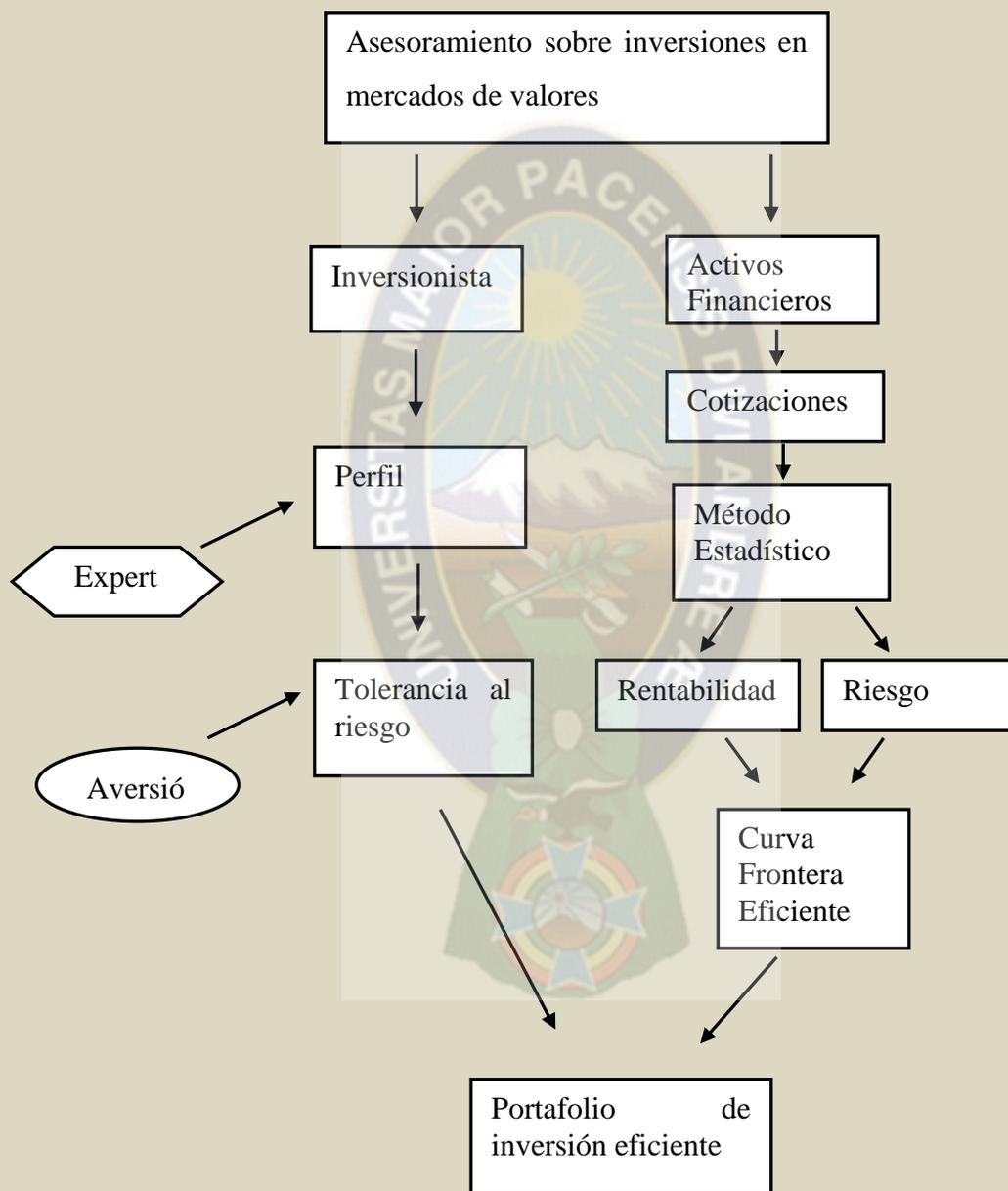


Figura 3.25: Funcionamiento detallado del asesoramiento en inversiones

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. TESTEO.

La implementación del prototipo fue realizada íntegramente en Matlab R2012a, una herramienta para la inteligencia artificial, usando dos cajas de herramientas específicos, la primera Fuzzy Tool Box para la determinación del perfil de inversionista y la segunda Financial Tool Box que permite la manipulación de portafolios de inversión dentro del contexto de la teoría moderna de la cartera.

En la determinación del perfil de inversionista, lo que se hizo fue la emulación de la experiencia del especialista humano, modelando y manejando conocimiento impreciso. La función básica de la determinación del perfil de inversionista es determinar su aversión al riesgo o en su defecto su tolerancia.

La manipulación de objetos que gestionan portafolios de inversión también sirvieron para la determinación de la frontera eficiente, y en función del perfil de inversionista la determinación de un portafolio óptimo de inversiones.

El prototipo desarrollado usa como interfaz principal con el usuario a la línea de comandos, aunque los gráficos de la frontera eficiente se visualizan en entorno gráfico.

3.2.3.1. FUNCIONAMIENTO PROTOTIPO

El funcionamiento del prototipo inicia con la determinación del perfil de inversionista, a través de la línea de comandos se realiza un pequeño cuestionario donde el usuario del sistema debe introducir valores que en realidad son grados de pertenencia sobre las características de un determinado inversionista. Lo que hace el sistema es recoger esos grados de pertenencia y hacer trabajar al motor de inferencia para determinar el grado de tolerancia del inversionista en cuestión.

En la figura siguiente se puede apreciar los valores introducidos por cada variable para luego el sistema determinar la tolerancia al riesgo del inversionista.

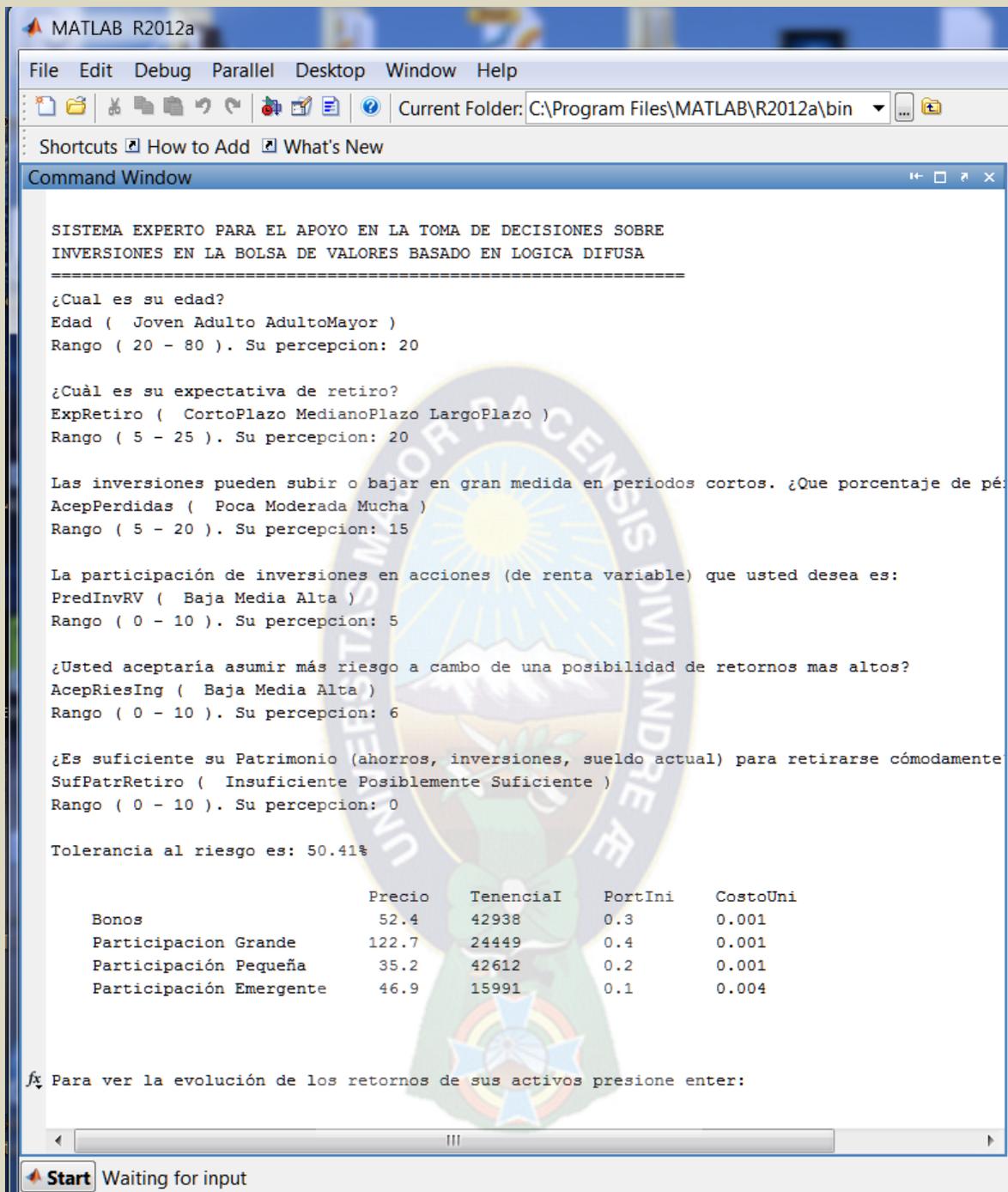


Figura 3.26: Determinación del grado de tolerancia del inversionista.

Fuente: Elaboración propia elaborado en Matlab R2012a

En la figura anterior se puede notar que la tolerancia obtenida es del 50.41%, esto implica que el inversionista está entre las categorías conservador a agresivo. Por otro lado

se muestra una tabla con cuatro tipos de instrumentos financieros (una en cada fila), y en las columnas están el precio de cada instrumento financiero, la tenencia inicial que es el número de activos financiero que se posee inicialmente, el portafolio inicial que son las ponderaciones por tipos de activos respecto de todo lo invertido en dinero y finalmente está el costo unitario por transacción de compra o venta. Estos valores están predefinidos para la presente demostración con el objetivo disminuir la complejidad en la comprensión del funcionamiento del sistema experto.

Luego el sistema se pone en espera para mostrar la evolución de los precios y rentabilidades de los instrumentos financieros, espera que termina cuando se presiona la tecla enter.

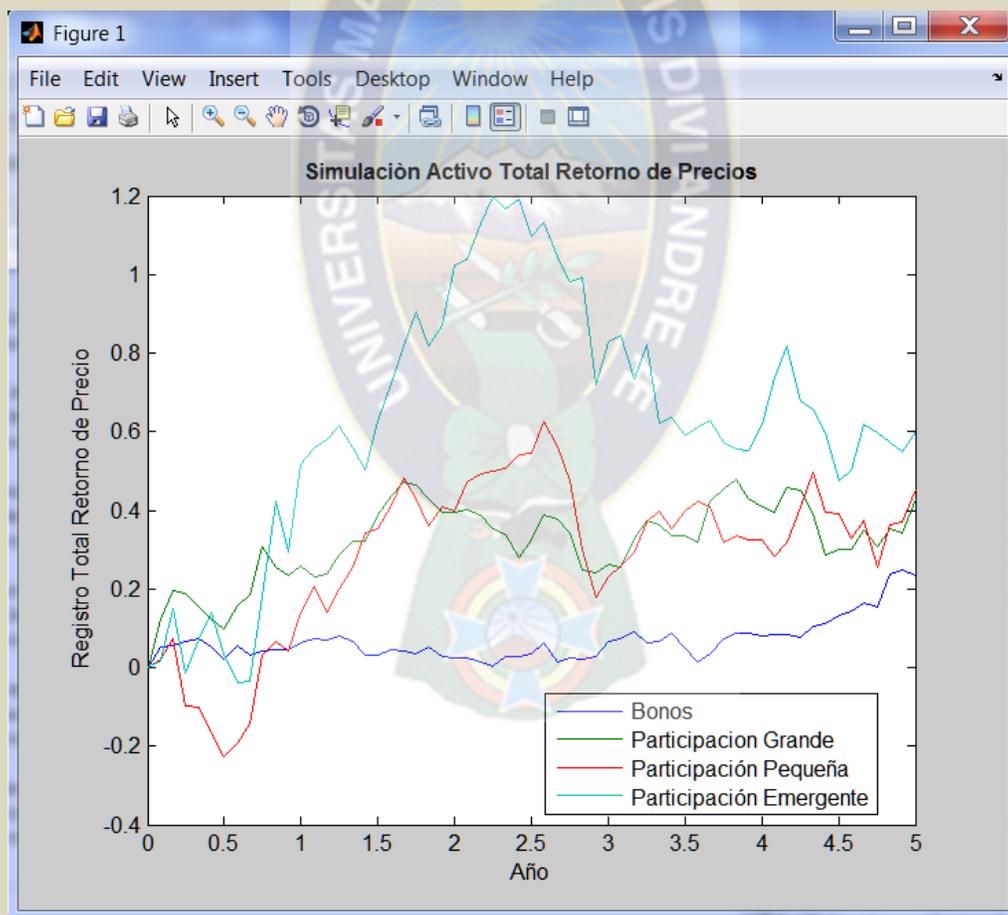


Figura 3.27: Evolución de rentabilidad de los activos financieros.

Fuente: Elaboración propia elaborado en Matlab R2012a

La gráfica mostrada en la figura anterior permite ver de manera intuitiva el comportamiento de los activos financieros, por ejemplo se puede ver que los bonos son los más estables, debido a que sus rentas son fijas pero bajas, es decir, presentan poco riesgo pero también escasas ganancias. Por otro lado se puede ver la gran volatilidad presente en la participación emergente, su comportamiento es caótico e impredecible, reporta grandes rentabilidades pero requiere de mayores riesgos.

Nuevamente el sistema se mantiene en espera hasta que el usuario presione la tecla enter para mostrar la gráfica de la curva de frontera eficiente.

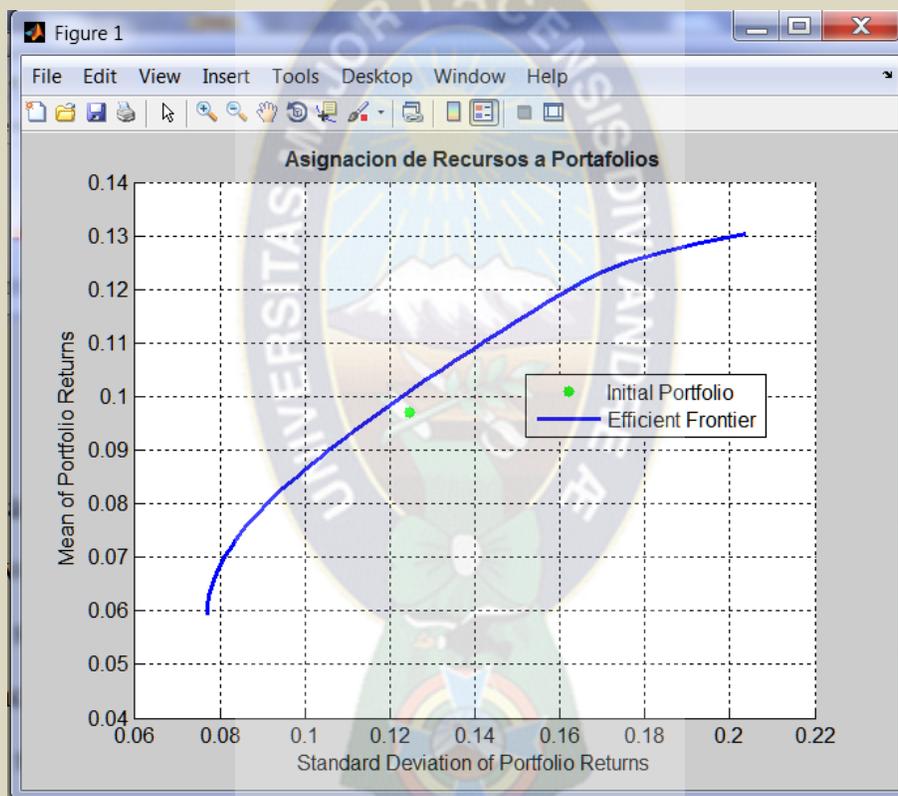


Figura 3.28: Curva de la Frontera Eficiente

Fuente: Elaboración propia elaborado en Matlab R2012a

En la figura anterior se muestran dos cosas, por una parte está la curva de la frontera eficiente y por otra el punto de color verde que muestra el portafolio inicial que no es eficiente. La frontera eficiente contiene a todos los portafolio de inversiones óptimos, es decir poseen la más alta rentabilidad para un nivel de riesgo. En el caso del portafolio

inicial se puede observar que existe un portafolio que, con el mismo nivel de riesgo, promete mejor rentabilidad, ese portafolio óptimo es un punto de la frontera eficiente en la misma dirección vertical que el portafolio inicial.

Nuevamente el sistema espera al usuario hasta que presione enter para mostrar la gráfica del portafolio eficiente en función del perfil de inversionista determinado anteriormente.

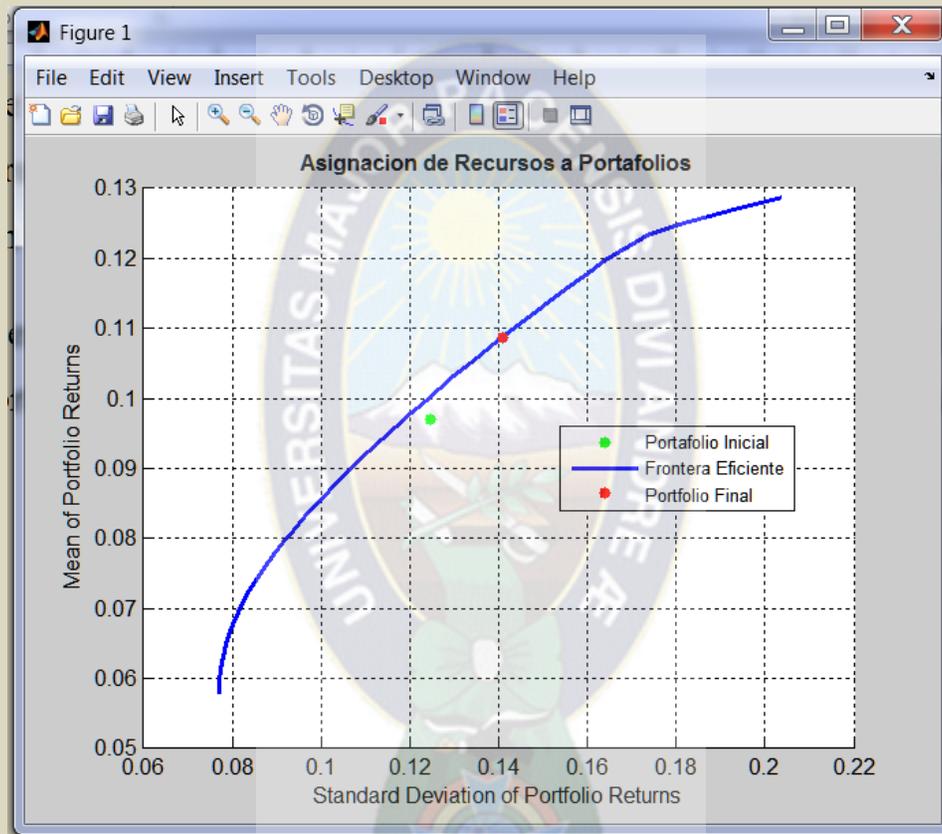


Figura 3.29: Portafolio Eficiente.

Fuente: Elaboración propia elaborado en Matlab R2012a

En la figura anterior se puede observar que aparece un nuevo punto, de color rojo, que representa al portafolio de inversión eficiente en función del diagnóstico del perfil de inversionista. El punto verde, que es el portafolio inicial, elegido al azar, no es eficiente por dos razones, la primera por que no forma parte de la curva de la frontera eficiente, y la

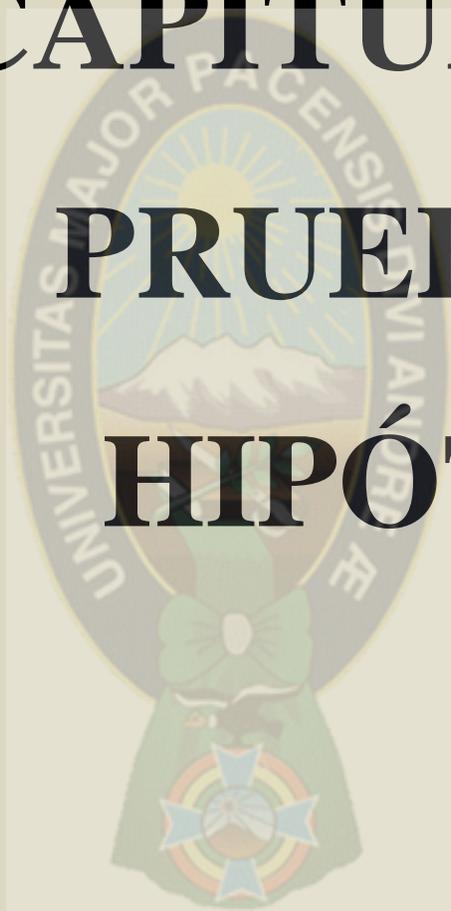
segunda por que no está determinada en función de la tolerancia al riesgo que el inversionista es capaz de soportar.



CAPÍTULO IV

PRUEBA DE

HIPÓTESIS



CAPÍTULO IV. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.1. INTRODUCCIÓN

En esta etapa se quiere demostrar que el Sistema Experto Informático emula la experiencia del Experto Humano en el asesoramiento sobre inversiones en mercados de valores, es decir, que los diagnósticos finales emitidos por ambos expertos (especialista humano y sistema informático) no son significativamente diferentes. Para ello se recurre a la prueba t Student para muestras relacionadas, que es una herramienta estadística que encaja perfectamente en el propósito trazado, comparando dos variables en momentos distintos.

4.2. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

La herramienta t Student para muestras relacionadas permitirá comparar la determinación final, en base a un diagnóstico sobre inversiones en mercados de valores, en dos circunstancias diferentes, la primera realizada por el experto humano y la segunda por el sistema informático experto. El objetivo es comparar las diferencias entre las dos variables que son de tipo numérica, que en este caso es la el riesgo esperado de la cartera óptima.

Se eligió la variable riesgo para comparar, porque es un elemento fundamental en la determinación del portafolio óptimo del par ordenado riesgo – rentabilidad de la frontera eficiente, en el contexto de la teoría moderna de la cartera óptima, siendo ésta el fin último en el asesoramiento sobre inversiones en mercados de valores.

Para ello se plantearon 20 casos aleatorios de prueba, donde se obtienen valores para las variables de las características de los inversionistas, y en función de ello se determina el perfil del inversionista y el riesgo óptimo para una determinada inversión. Los casos son los mismos, tanto para el experto humano como para el sistema experto informático, para fines comparativos.

Para simplificar los cálculos, se hizo uso del software IBM SPSS Statistics, una herramienta estadística que tiene la funcionalidad de realizar cálculos y gráficos en el análisis y prueba de hipótesis.

4.2.1. REDACCIÓN DE HIPÓTESIS

Para empezar el proceso de prueba de hipótesis es necesario recurrir a lo planteado en el primer capítulo.

“El Sistema Experto, por medio de la base conocimientos y formalización de reglas a partir de la lógica difusa, permite ayudar en el diagnóstico de perfil de inversionista y apoyar en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores, maximizando rentabilidades pero minimizando riesgos de pérdidas económicas con una confiabilidad del 95 %”

En resumen se quiere demostrar que los diagnósticos o conclusiones sean lo más próximos posibles, es decir, que no existan diferencias significativas entre ellas.

Para ello se plantearon dos sub hipótesis, la hipótesis nula (H_0) en forma negativa y la hipótesis alterna (H_1) en forma afirmativa.

- H_0 = No hay diferencia significativa entre las determinaciones tomadas por el Experto Humano y el Sistema Experto Informático.
- H_1 = Hay una diferencia significativa entre las determinaciones tomadas por el Experto Humano y el Sistema Experto Informático.

4.2.2. DEFINIR EL PORCENTAJE DE ERROR ALFA

Para determinar el porcentaje alfa de error de la prueba, es necesario recurrir a la hipótesis planteada en el primer capítulo donde se exige un nivel de confianza del 95%, en consecuencia el nivel alfa será el complemento de este, es decir el 5%. $\alpha = 0.05 = 5\%$

4.2.3. ELECCIÓN DE LA PRUEBA

Como se mencionó en la parte introductoria del presente capítulo la prueba elegida es t Student para muestras relacionadas, por que compara valores numéricos, siendo la prueba un estudio de tipo longitudinal.

4.2.4. CÁLCULO DE P – VALOR

El cálculo de p-valor o valor de la prueba t Student, requiere previamente la prueba de normalidad, siendo ésta una condición necesaria para aplicar la prueba. Existen dos, pero la que se usa es la Prueba de Chapiro Wilk que es usada para pruebas con muestras pequeñas de menos de 30 individuos, que es el caso.

Previo a la realización de la prueba de normalidad es preciso aclarar la forma de obtención de los datos.

- Los insumos para la determinación de los diagnósticos, que en este caso son 20 valores de las variables características de los inversionistas, fueron obtenidos aleatoriamente. Estos valores fueron analizados tanto por el experto humano como por el sistema experto informático en la determinación de sus conclusiones.
- En base a los insumos del punto anterior el experto humano concluye el riesgo óptimo para cada caso emitiendo un informe en forma de tabla.
- El sistema experto informático hizo uso de los mismos insumos que utilizó concluyendo sus propias conclusiones. Se elaboró código fuente específico para la prueba de hipótesis.
- Finalmente se consolidaron los insumos, las conclusiones del experto humano y las conclusiones del sistema experto informático para la presente prueba de hipótesis.

En la siguiente figura se muestran los insumos que sirvieron para la emisión de conclusiones tanto del sistema experto como del especialista humano, estos recopilados en un archivo Excel.

CARACTERÍSTICAS DE INVERSIONISTAS							
Caso	Edad	Exp Retiro	Acep Perdidas	Pred InvRV	Acep RiesIng	SufPatr Retiro	
1	26	24	18	2	3	4	
2	68	10	9	2	3	3	
3	37	21	17	2	2	4	
4	66	7	8	1	2	2	
5	57	8	8	3	3	3	
6	64	8	9	0	1	1	
7	40	12	11	5	0	6	
8	54	12	11	4	0	3	
9	61	9	9	2	2	1	
10	59	5	7	1	3	3	
11	65	9	13	5	10	10	
12	20	10	17	3	7	8	
13	37	22	14	4	6	6	
14	34	19	15	7	6	7	
15	37	20	16	7	8	10	
16	39	21	16	8	7	8	

Figura 4.1: Insumos para la emisión de conclusiones
Fuente: Elaboración Propia elaborada en Excel

En la siguiente figura se muestran las conclusiones obtenidas por el experto humano en base a los insumos de la figura 4.1.

CONCLUSIONES EXPERTO HUMANO								
Caso	Edad	Exp Retiro	Acep Perdidas	Pred InvRV	Acep Riesing	SufPatr Retiro	Riesgo Óptimo	
1	26	24	18	2	3	4	14,32	
2	68	10	9	2	3	3	11,81	
3	37	21	17	2	2	4	13,82	
4	66	7	8	1	2	2	9,70	
5	57	8	8	3	3	3	12,19	
6	64	8	9	0	1	1	10,29	
7	40	12	11	5	0	6	13,26	
8	54	12	11	4	0	3	12,79	
9	61	9	9	2	2	1	10,75	
10	59	5	7	1	3	3	11,28	
11	65	9	13	5	10	10	14,77	
12	20	10	17	3	7	8	15,30	
13	37	22	14	4	6	6	15,81	
14	34	19	15	7	6	7	16,33	
15	37	20	16	7	8	10	16,93	
16	39	21	16	8	7	8	17,36	

Figura 4.2: Conclusiones del Experto Humano

Fuente: Elaboración Propia elaborada en Excel

Para la obtención de las conclusiones emitidas por el sistema experto informático se procedió a la elaboración de un fragmento de código Matlab, tomando los insumos de la figura 4.1, procesando las entradas con su motor de inferencia y visualizar las conclusiones por línea de comando. La primera parte del código Matlab se muestra a continuación.

```

Editor - C:\Users\Mi Pc\Documents\MATLAB\PruebaHipotesisValida.m*
Stack: Base
- 1.0 + ÷ 1.1 ×
1 - clc;
2 - mDiagnosticoPI = readfis('MotorDiagnosticoPI.fis');
3 - fprintf('\nPARA PRUEBA DE HIPOTESIS');
4 - entrada = [...
5 -         26 24 18 02 03 04;...
6 -         68 10 09 02 03 03;...
7 -         37 21 17 02 02 04;...
8 -         66 07 08 01 02 02;...
9 -         57 08 08 03 03 03;...
10 -        64 08 09 00 01 01;...
11 -        40 12 11 05 00 06;...
12 -        54 12 11 04 00 03;...
13 -        61 09 09 02 02 01;...
14 -        59 05 07 01 03 03;...
15 -        65 09 13 05 10 10;...
16 -        20 10 17 03 07 08;...
17 -        37 22 14 04 06 06;...
18 -        34 19 15 07 06 07;...
19 -        37 20 16 07 08 10;...
20 -        39 21 16 08 07 08;...
21 -     ];
22
23 - ptjToleranciaRiesgo = evalfis(entrada, mDiagnosticoPI);
24
25 - fprintf('\n');
26 - Recurso = { 'Bonos', 'Participación Grande', 'Participación Pequeña', 'Participación Emergente' };
27 - Precio = [ 52.4; 122.7; 35.2; 46.9 ]; % Precios de cada recurso
28 - ParticipacionAccionaria = [ 42938; 24449; 42612; 15991 ]; % tenencia por activo
29 - CostoUnitario = [ 0.001; 0.001; 0.001; 0.004 ]; % costo transacción
30
31 - Pizarra = dataset({Precio, 'Precio'}, {ParticipacionAccionaria, 'TenenciaI'}, 'obsnames', Recurso);
32 - Wealth = sum(Pizarra.Precio .* Pizarra.TenenciaI);
33 - Pizarra.PortIni = (1/Wealth)*(Pizarra.Precio .* Pizarra.TenenciaI);
34 - Pizarra.CostoUni = CostoUnitario;
35
36 - MediaRecurso = [ 0.05; 0.1; 0.12; 0.18 ];
37 - CovarRecurso = [ 0.0064 0.00408 0.00192 0;
38 -                 0.00408 0.0289 0.0204 0.0119;
39 -                 0.00192 0.0204 0.0119 0;
40 -                 0 0.0119 0 0 ];
41 -
42 -
43 -
44 -
45 -
46 -
47 -
48 -
49 -
50 -
51 -
52 -
53 -
54 -
55 -
56 -
57 -
58 -
59 -
60 -
61 -
62 -
63 -
64 -
65 -
66 -
67 -
68 -
69 -
70 -
71 -
72 -
73 -
74 -
75 -
76 -
77 -
78 -
79 -
80 -
81 -
82 -
83 -
84 -
85 -
86 -
87 -
88 -
89 -
90 -
91 -
92 -
93 -
94 -
95 -
96 -
97 -
98 -
99 -
100 -
101 -
102 -
103 -
104 -
105 -
106 -
107 -
108 -
109 -
110 -
111 -
112 -
113 -
114 -
115 -
116 -
117 -
118 -
119 -
120 -
121 -
122 -
123 -
124 -
125 -
126 -
127 -
128 -
129 -
130 -
131 -
132 -
133 -
134 -
135 -
136 -
137 -
138 -
139 -
140 -
141 -
142 -
143 -
144 -
145 -
146 -
147 -
148 -
149 -
150 -
151 -
152 -
153 -
154 -
155 -
156 -
157 -
158 -
159 -
160 -
161 -
162 -
163 -
164 -
165 -
166 -
167 -
168 -
169 -
170 -
171 -
172 -
173 -
174 -
175 -
176 -
177 -
178 -
179 -
180 -
181 -
182 -
183 -
184 -
185 -
186 -
187 -
188 -
189 -
190 -
191 -
192 -
193 -
194 -
195 -
196 -
197 -
198 -
199 -
200 -
201 -
202 -
203 -
204 -
205 -
206 -
207 -
208 -
209 -
210 -
211 -
212 -
213 -
214 -
215 -
216 -
217 -
218 -
219 -
220 -
221 -
222 -
223 -
224 -
225 -
226 -
227 -
228 -
229 -
230 -
231 -
232 -
233 -
234 -
235 -
236 -
237 -
238 -
239 -
240 -
241 -
242 -
243 -
244 -
245 -
246 -
247 -
248 -
249 -
250 -
251 -
252 -
253 -
254 -
255 -
256 -
257 -
258 -
259 -
260 -
261 -
262 -
263 -
264 -
265 -
266 -
267 -
268 -
269 -
270 -
271 -
272 -
273 -
274 -
275 -
276 -
277 -
278 -
279 -
280 -
281 -
282 -
283 -
284 -
285 -
286 -
287 -
288 -
289 -
290 -
291 -
292 -
293 -
294 -
295 -
296 -
297 -
298 -
299 -
300 -
301 -
302 -
303 -
304 -
305 -
306 -
307 -
308 -
309 -
310 -
311 -
312 -
313 -
314 -
315 -
316 -
317 -
318 -
319 -
320 -
321 -
322 -
323 -
324 -
325 -
326 -
327 -
328 -
329 -
330 -
331 -
332 -
333 -
334 -
335 -
336 -
337 -
338 -
339 -
340 -
341 -
342 -
343 -
344 -
345 -
346 -
347 -
348 -
349 -
350 -
351 -
352 -
353 -
354 -
355 -
356 -
357 -
358 -
359 -
360 -
361 -
362 -
363 -
364 -
365 -
366 -
367 -
368 -
369 -
370 -
371 -
372 -
373 -
374 -
375 -
376 -
377 -
378 -
379 -
380 -
381 -
382 -
383 -
384 -
385 -
386 -
387 -
388 -
389 -
390 -
391 -
392 -
393 -
394 -
395 -
396 -
397 -
398 -
399 -
400 -
401 -
402 -
403 -
404 -
405 -
406 -
407 -
408 -
409 -
410 -
411 -
412 -
413 -
414 -
415 -
416 -
417 -
418 -
419 -
420 -
421 -
422 -
423 -
424 -
425 -
426 -
427 -
428 -
429 -
430 -
431 -
432 -
433 -
434 -
435 -
436 -
437 -
438 -
439 -
440 -
441 -
442 -
443 -
444 -
445 -
446 -
447 -
448 -
449 -
450 -
451 -
452 -
453 -
454 -
455 -
456 -
457 -
458 -
459 -
460 -
461 -
462 -
463 -
464 -
465 -
466 -
467 -
468 -
469 -
470 -
471 -
472 -
473 -
474 -
475 -
476 -
477 -
478 -
479 -
480 -
481 -
482 -
483 -
484 -
485 -
486 -
487 -
488 -
489 -
490 -
491 -
492 -
493 -
494 -
495 -
496 -
497 -
498 -
499 -
500 -
501 -
502 -
503 -
504 -
505 -
506 -
507 -
508 -
509 -
510 -
511 -
512 -
513 -
514 -
515 -
516 -
517 -
518 -
519 -
520 -
521 -
522 -
523 -
524 -
525 -
526 -
527 -
528 -
529 -
530 -
531 -
532 -
533 -
534 -
535 -
536 -
537 -
538 -
539 -
540 -
541 -
542 -
543 -
544 -
545 -
546 -
547 -
548 -
549 -
550 -
551 -
552 -
553 -
554 -
555 -
556 -
557 -
558 -
559 -
560 -
561 -
562 -
563 -
564 -
565 -
566 -
567 -
568 -
569 -
570 -
571 -
572 -
573 -
574 -
575 -
576 -
577 -
578 -
579 -
580 -
581 -
582 -
583 -
584 -
585 -
586 -
587 -
588 -
589 -
590 -
591 -
592 -
593 -
594 -
595 -
596 -
597 -
598 -
599 -
600 -
601 -
602 -
603 -
604 -
605 -
606 -
607 -
608 -
609 -
610 -
611 -
612 -
613 -
614 -
615 -
616 -
617 -
618 -
619 -
620 -
621 -
622 -
623 -
624 -
625 -
626 -
627 -
628 -
629 -
630 -
631 -
632 -
633 -
634 -
635 -
636 -
637 -
638 -
639 -
640 -
641 -
642 -
643 -
644 -
645 -
646 -
647 -
648 -
649 -
650 -
651 -
652 -
653 -
654 -
655 -
656 -
657 -
658 -
659 -
660 -
661 -
662 -
663 -
664 -
665 -
666 -
667 -
668 -
669 -
670 -
671 -
672 -
673 -
674 -
675 -
676 -
677 -
678 -
679 -
680 -
681 -
682 -
683 -
684 -
685 -
686 -
687 -
688 -
689 -
690 -
691 -
692 -
693 -
694 -
695 -
696 -
697 -
698 -
699 -
700 -
701 -
702 -
703 -
704 -
705 -
706 -
707 -
708 -
709 -
710 -
711 -
712 -
713 -
714 -
715 -
716 -
717 -
718 -
719 -
720 -
721 -
722 -
723 -
724 -
725 -
726 -
727 -
728 -
729 -
730 -
731 -
732 -
733 -
734 -
735 -
736 -
737 -
738 -
739 -
740 -
741 -
742 -
743 -
744 -
745 -
746 -
747 -
748 -
749 -
750 -
751 -
752 -
753 -
754 -
755 -
756 -
757 -
758 -
759 -
760 -
761 -
762 -
763 -
764 -
765 -
766 -
767 -
768 -
769 -
770 -
771 -
772 -
773 -
774 -
775 -
776 -
777 -
778 -
779 -
780 -
781 -
782 -
783 -
784 -
785 -
786 -
787 -
788 -
789 -
790 -
791 -
792 -
793 -
794 -
795 -
796 -
797 -
798 -
799 -
800 -
801 -
802 -
803 -
804 -
805 -
806 -
807 -
808 -
809 -
810 -
811 -
812 -
813 -
814 -
815 -
816 -
817 -
818 -
819 -
820 -
821 -
822 -
823 -
824 -
825 -
826 -
827 -
828 -
829 -
830 -
831 -
832 -
833 -
834 -
835 -
836 -
837 -
838 -
839 -
840 -
841 -
842 -
843 -
844 -
845 -
846 -
847 -
848 -
849 -
850 -
851 -
852 -
853 -
854 -
855 -
856 -
857 -
858 -
859 -
860 -
861 -
862 -
863 -
864 -
865 -
866 -
867 -
868 -
869 -
870 -
871 -
872 -
873 -
874 -
875 -
876 -
877 -
878 -
879 -
880 -
881 -
882 -
883 -
884 -
885 -
886 -
887 -
888 -
889 -
890 -
891 -
892 -
893 -
894 -
895 -
896 -
897 -
898 -
899 -
900 -
901 -
902 -
903 -
904 -
905 -
906 -
907 -
908 -
909 -
910 -
911 -
912 -
913 -
914 -
915 -
916 -
917 -
918 -
919 -
920 -
921 -
922 -
923 -
924 -
925 -
926 -
927 -
928 -
929 -
930 -
931 -
932 -
933 -
934 -
935 -
936 -
937 -
938 -
939 -
940 -
941 -
942 -
943 -
944 -
945 -
946 -
947 -
948 -
949 -
950 -
951 -
952 -
953 -
954 -
955 -
956 -
957 -
958 -
959 -
960 -
961 -
962 -
963 -
964 -
965 -
966 -
967 -
968 -
969 -
970 -
971 -
972 -
973 -
974 -
975 -
976 -
977 -
978 -
979 -
980 -
981 -
982 -
983 -
984 -
985 -
986 -
987 -
988 -
989 -
990 -
991 -
992 -
993 -
994 -
995 -
996 -
997 -
998 -
999 -
1000 -
1001 -
1002 -
1003 -
1004 -
1005 -
1006 -
1007 -
1008 -
1009 -
1010 -
1011 -
1012 -
1013 -
1014 -
1015 -
1016 -
1017 -
1018 -
1019 -
1020 -
1021 -
1022 -
1023 -
1024 -
1025 -
1026 -
1027 -
1028 -
1029 -
1030 -
1031 -
1032 -
1033 -
1034 -
1035 -
1036 -
1037 -
1038 -
1039 -
1040 -
1041 -
1042 -
1043 -
1044 -
1045 -
1046 -
1047 -
1048 -
1049 -
1050 -
1051 -
1052 -
1053 -
1054 -
1055 -
1056 -
1057 -
1058 -
1059 -
1060 -
1061 -
1062 -
1063 -
1064 -
1065 -
1066 -
1067 -
1068 -
1069 -
1070 -
1071 -
1072 -
1073 -
1074 -
1075 -
1076 -
1077 -
1078 -
1079 -
1080 -
1081 -
1082 -
1083 -
1084 -
1085 -
1086 -
1087 -
1088 -
1089 -
1090 -
1091 -
1092 -
1093 -
1094 -
1095 -
1096 -
1097 -
1098 -
1099 -
1100 -
1101 -
1102 -
1103 -
1104 -
1105 -
1106 -
1107 -
1108 -
1109 -
1110 -
1111 -
1112 -
1113 -
1114 -
1115 -
1116 -
1117 -
1118 -
1119 -
1120 -
1121 -
1122 -
1123 -
1124 -
1125 -
1126 -
1127 -
1128 -
1129 -
1130 -
1131 -
1132 -
1133 -
1134 -
1135 -
1136 -
1137 -
1138 -
1139 -
1140 -
1141 -
1142 -
1143 -
1144 -
1145 -
1146 -
1147 -
1148 -
1149 -
1150 -
1151 -
1152 -
1153 -
1154 -
1155 -
1156 -
1157 -
1158 -
1159 -
1160 -
1161 -
1162 -
1163 -
1164 -
1165 -
1166 -
1167 -
1168 -
1169 -
1170 -
1171 -
1172 -
1173 -
1174 -
1175 -
1176 -
1177 -
1178 -
1179 -
1180 -
1181 -
1182 -
1183 -
1184 -
1185 -
1186 -
1187 -
1188 -
1189 -
1190 -
1191 -
1192 -
1193 -
1194 -
1195 -
1196 -
1197 -
1198 -
1199 -
1200 -
1201 -
1202 -
1203 -
1204 -
1205 -
1206 -
1207 -
1208 -
1209 -
1210 -
1211 -
1212 -
1213 -
1214 -
1215 -
1216 -
1217 -
1218 -
1219 -
1220 -
1221 -
1222 -
1223 -
1224 -
1225 -
1226 -
1227 -
1228 -
1229 -
1230 -
1231 -
1232 -
1233 -
1234 -
1235 -
1236 -
1237 -
1238 -
1239 -
1240 -
1241 -
1242 -
1243 -
1244 -
1245 -
1246 -
1247 -
1248 -
1249 -
1250 -
1251 -
1252 -
1253 -
1254 -
1255 -
1256 -
1257 -
1258 -
1259 -
1260 -
1261 -
1262 -
1263 -
1264 -
1265 -
1266 -
1267 -
1268 -
1269 -
1270 -
1271 -
1272 -
1273 -
1274 -
1275 -
1276 -
1277 -
1278 -
1279 -
1280 -
1281 -
1282 -
1283 -
1284 -
1285 -
1286 -
1287 -
1288 -
1289 -
1290 -
1291 -
1292 -
1293 -
1294 -
1295 -
1296 -
1297 -
1298 -
1299 -
1300 -
1301 -
1302 -
1303 -
1304 -
1305 -
1306 -
1307 -
1308 -
1309 -
1310 -
1311 -
1312 -
1313 -
1314 -
1315 -
1316 -
1317 -
1318 -
1319 -
1320 -
1321 -
1322 -
1323 -
1324 -
1325 -
1326 -
1327 -
1328 -
1329 -
1330 -
1331 -
1332 -
1333 -
1334 -
1335 -
1336 -
1337 -
1338 -
1339 -
1340 -
1341 -
1342 -
1343 -
1344 -
1345 -
1346 -
1347 -
1348 -
1349 -
1350 -
1351 -
1352 -
1353 -
1354 -
1355 -
1356 -
1357 -
1358 -
1359 -
1360 -
1361 -
1362 -
1363 -
1364 -
1365 -
1366 -
1367 -
1368 -
1369 -
1370 -
1371 -
1372 -
1373 -
1374 -
1375 -
1376 -
1377 -
1378 -
1379 -
1380 -
1381 -
1382 -
1383 -
1384 -
1385 -
1386 -
1387 -
1388 -
1389 -
1390 -
1391 -
1392 -
1393 -
1394 -
1395 -
1396 -
1397 -
1398 -
1399 -
1400 -
1401 -
1402 -
1403 -
1404 -
1405 -
1406 -
1407 -
1408 -
1409 -
1410 -
1411 -
1412 -
1413 -
1414 -
1415 -
1416 -
1417 -
1418 -
1419 -
1420 -
1421 -
1422 -
1423 -
1424 -
1425 -
1426 -
1427 -
1428 -
1429 -
1430 -
1431 -
1432 -
1433 -
1434 -
1435 -
1436 -
1437 -
1438 -
1439 -
1440 -
1441 -
1442 -
1443 -
1444 -
1445 -
1446 -
1447 -
1448 -
1449 -
1450 -
1451 -
1452 -
1453 -
1454 -
1455 -
1456 -
1457 -
1458 -
1459 -
1460 -
1461 -
1462 -
1463 -
1464 -
1465 -
1466 -
1467 -
1468 -
1469 -
1470 -
1471 -
1472 -
1473 -
1474 -
1475 -
1476 -
1477 -
1478 -
1479 -
1480 -
1481 -
1482 -
1483 -
1484 -
1485 -
1486 -
1487 -
1488 -
1489 -
1490 -
1491 -
1492 -
1493 -
1494 -
1495 -
1496 -
1497 -
1498 -
1499 -
1500 -
1501 -
1502 -
1503 -
1504 -
1505 -
1506 -
1507 -
1508 -
1509 -
1510 -
1511 -
1512 -
1513 -
1514 -
1515 -
1516 -
1517 -
1518 -
1519 -
1520 -
1521 -
1522 -
1523 -
1524 -
1525 -
1526 -
1527 -
1528 -
1529 -
1530 -
1531 -
1532 -
1533 -
1534 -
1535 -
1536 -
1537 -
1538 -
1539 -
1540 -
1541 -
1542 -
1543 -
1544 -
1545 -
1546 -
1547 -
1548 -
1549 -
1550 -
1551 -
1552 -
1553 -
1554 -
1555 -
1556 -
1557 -
1558 -
1559 -
1560 -
1561 -
1562 -
1563 -
1564 -
1565 -
1566 -
1567 -
1568 -
1569 -
1570 -
1571 -
1572 -
1573 -
1574 -
1575 -
1576 -
1577 -
1578 -
1579 -
1580 -
1581 -
1582 -
1583 -
1584 -
1585 -
1586 -
1587 -
1588 -
1589 -
1590 -
1591 -
1592 -
1593 -
1594 -
1595 -
1596 -
1597 -
1598 -
1599 -
1600 -
1601 -
1602 -
1603 -
1604 -
1605 -
1606 -
1607 -
1608 -
1609 -
1610 -
1611 -
1612 -
1613 -
1614 -
1615 -
1616 -
1617 -
1618 -
1619 -
1620 -
1621 -
1622 -
1623 -
1624 -
1625 -
1626 -
1627 -
1628 -
1629 -
1630 -
1631 -
1632 -
1633 -
1634 -
1635 -
1636 -
1637 -
1638 -
1639 -
1640 -
1641 -
1642 -
1643 -
1644 -
1645 -
1646 -
1647 -
1648 -
1649 -
1650 -
1651 -
1652 -
1653 -
1654 -
1655 -
1656 -
1657 -
1658 -
1659 -
1660 -
1661 -
1662 -
1663 -
1664 -
1665 -
1666 -
1667 -
1668 -
1669 -
1670 -
1671 -
1672 -
1673 -
1674 -
1675 -
1676 -
1677 -
1678 -
1679 -
1680 -
1681 -
1682 -
1683 -
1684 -
1685 -
1686 -
1687 -
1688 -
1689 -
1690 -
1691 -
1692 -
1693 -
1694 -
1695 -
1696 -
1697 -
1698 -
1699 -
1700 -
1701 -
1702 -
1703 -
1704 -
1705 -
1706 -
1707 -
1708 -
1709 -
1710 -
1711 -
1712 -
1713 -
1714 -
1715 -
1716 -
1717 -
1718 -
1719 -
1720 -
1721 -
1722 -
1723 -
1724 -
1725 -
1726 -
1727 -
1728 -
1729 -
1730 -
1731 -
1732 -
1733 -
1734 -
1735 -
1736 -
1737 -
1738 -
1739 -
1740 -
1741 -
1742 -
1743 -
1744 -
1745 -
1746 -
1747 -
1748 -
1749 -
1750 -
1751 -
1752 -
1753 -
1754 -
1755 -
1756 -
1757 -
1758 -
1759 -
1760 -
1761 -
1762 -
1763 -
1764 -
1765 -
1766 -
1767 -
1768 -
1769 -
1770 -
1771 -
1772 -
1773 -
1774 -
1775 -
1776 -
1777 -
1778 -
1779 -
1780 -
1781 -
1782 -
1783 -
1784 -
1785 -
1786 -
1787 -
1788 -
1789 -
1790 -
1791 -
1792 -
1793 -
1794 -
1795 -
1796 -
1797 -
1798 -
1799 -
1800 -
1801 -
1802 -
1803 -
1804 -
1805 -
1806 -
1807 -
1808 -
1809 -
1810 -
1811 -
1812 -
1813 -
1814 -
1815 -
1816 -
1817 -
1818 -
1819 -
1820 -
1821 -
1822 -
1823 -
1824 -
1825 -
1826 -
1827 -
1828 -
1829 -
1830 -
1831 -
1832 -
1833 -
1834 -
1835 -
1836 -
1837 -
1838 -
1839 -
1840 -
1841 -
1842 -
1843 -
1844 -
1845 -
1846 -
1847 -
1848 -
1849 -
1850 -
1851 -
1852 -
1853 -
1854 -
1855 -
1856 -
1857 -
1858 -
1859 -
1860 -
1861 -
1862 -
1863 -
1864 -
1865 -
1866 -
1867 -
1868 -
1869 -
1870 -
1871 -
1872 -
1873 -
1874 -
1875 -
1876 -
1877 -
1878 -
1879 -
1880 -
1881 -
1882 -
1883 -
1884 -
1885 -
1886 -
1887 -
1888 -
1889 -
1890 -
1891 -
1892 -
1893 -
1894 -
1895 -
1896 -
1897 -
1898 -
1899 -
1900 -
1901 -
1902 -
1903 -
1904 -
1905 -
1906 -
1907 -
1908 -
1909 -
1910 -
1911 -
1912 -
1913 -
1914 -
1915 -
1916 -
1917 -
1918 -
1919 -
1920 -
1921 -
1922 -
1923 -
1924 -
1925 -
1926 -
1927 -
1928 -
1929 -
1930 -
1931 -
1932 -
1933 -
1934 -
1935 -
1936 -
1937 -
1938 -
1939 -
1940 -
1941 -
1942 -
1943 -
1944 -
1945 -
1946 -
1947 -
1948 -
1949 -
1950 -
1951 -
1952 -
1953 -
1954 -
1955 -
1956 -
1957 -
1958 -
1959 -
1960 -
1961 -
1962 -
1963 -
1964 -
1965 -
1966 -
1967 -
1968 -
1969 -
1970 -
1971 -
1972 -
1973 -
1974 -
1975 -
1976 -
1977 -
1978 -
1979 -
1980 -
1981 -
1982 -
1983 -
1984 -
1985 -
1986 -
1987 -
1988 -
1989 -
1990 -
1991 -
1992 -
1993 -
1994 -
1995 -
1996 -
1997 -
1998 -
1999 -
2000 -
2001 -
2002 -
2003 -
2004 -
2005 -
2006 -
2007 -
2008 -
2009 -
2010 -
2011 -
2012 -
2013 -
2014 -
2015 -
2016 -
2017 -
2018 -
2019 -
2020 -
2021 -
2022 -
2023 -
2024 -
2025 -
2026 -
2027 -
2028 -
2029 -
2030 -
2031 -
2032 -
2033 -
2034 -
2035 -
2036 -
2037 -
2038 -
2039 -
2040 -
2041 -
2042 -
2043 -
2044 -
2045 -
2046 -
2047 -
2048 -
2049 -
2050 -
2051 -
2052 -
2053 -
2054 -
2055 -
2056 -
2057 -
2058 -
2059 -
2060 -
2061 -
2062 -
2063 -
2064 -
2065 -
2066 -
2067 -
2068 -
2069 -
2070 -
2071 -
2072 -
2073 -
2074 -
2075 -
2076 -
2077 -
2078 -
2079 -
2080 -
2081 -
2082 -
2083 -
```

La segunda parte del código y que continúa a la mostrada en la figura 4.3, que sirve para sacar las conclusiones del sistema experto en función de los insumos se muestra a continuación.

```

26 - Recurso = { 'Bonos', 'Participación Grande', 'Participación Pequeña', 'Participación Emergente' };
27 - Precio = [ 52.4; 122.7; 35.2; 46.9 ]; % Precios de cada recurso
28 - ParticipacionAccionaria = [ 42938; 24449; 42612; 15991 ]; % tenencia por activo
29 - CostoUnitario = [ 0.001; 0.001; 0.001; 0.004 ]; % costo transacción
30
31 - Pizarra = dataset({Precio, 'Precio'}, {ParticipacionAccionaria, 'TenenciaI'}, 'obsnames', Recurso);
32 - Wealth = sum(Pizarra.Precio .* Pizarra.TenenciaI);
33 - Pizarra.PortIni = (1/Wealth)*(Pizarra.Precio .* Pizarra.TenenciaI);
34 - Pizarra.CostoUni = CostoUnitario;
35
36 - MediaRecurso = [ 0.05; 0.1; 0.12; 0.18 ];
37 - CovarRecurso = [ 0.0064 0.00408 0.00192 0;
38 -                 0.00408 0.0289 0.0204 0.0119;
39 -                 0.00192 0.0204 0.0576 0.0336;
40 -                 0 0.0119 0.0336 0.1225 ];
41
42 - p = Portfolio('Name', 'Asignacion de Recursos a Portafolios', 'AssetList', Recurso, 'InitPort', Pizarra);
43
44 - p = p.setDefaultConstraints;
45 - p = p.setGroups([ 0, 1, 1, 1 ], [], 0.85);
46 - p = p.addGroups([ 0, 0, 0, 1 ], [], 0.35);
47
48 - p = p.setAssetMoments(MediaRecurso, CovarRecurso);
49 - [lb, ub] = p.estimateBounds;
50
51 - fprintf('\n Caso\t\t Edad ExpRetiro AcepPerdidas PredInvIRV AcepRiesIng SufPatrRet TolRiesgo Retor
52 - for i=1:16
53 -     fprintf('\n %3i\t', i);
54 -     fprintf('\t\t %2i ', entrada(i,:));
55 -     prisk = p.estimatePortRisk(p.estimateFrontierLimits);
56 -     pwgt = p.estimateFrontierByRisk(interp1([0, 1], prisk, ptjToleranciaRiesgo(i)/100));
57 -     [prsk, pret] = p.estimatePortMoments(pwgt);
58 -     fprintf('\t\t %3.2f%%\t', ptjToleranciaRiesgo(i));
59 -     fprintf('\t\t %4.2f\t %4.2f', 100*pret, 100*prsk);
60 - end
61 - fprintf('\n');
62
63

```

Figura 4.4: Código Matlab para conclusiones Sistema Experto (2)
Fuente: Elaboración Propia elaborada en Matlab

Una vez mostradas las pantallas del código que determina conclusiones en base a las características de los inversores, es hora de mostrar las conclusiones a las que el sistema experto informático llegó. Aclarar que lo que hace el código es determinar el perfil del inversionista con su grado de tolerancia al riesgo, calcula los riesgos en los límites de la curva de indiferencia para finalmente hallar el riesgo y rentabilidad óptima para el

inversionista, interpolando la tolerancia al riesgo respecto del rango de los límites de riesgos de la curva.

Aunque el sistema experto muestra dos conclusiones, Retorno y Riesgo, la que se usó en la prueba de hipótesis es el Riesgo. Ambas conclusiones tienen igual grado de importancia, así que la elección de la variable a tratar fue al azar.

Caso	Edad	ExpRetiro	AcepPerdidas	PredInvIRV	AcepRiesIng	SufPatrRet	TolRiesgo	Retorno	Riesgo
1	26	24	18	2	3	4	51.95%	11.05	14.29
2	68	10	9	2	3	3	32.23%	9.72	11.79
3	37	21	17	2	2	4	48.38%	10.82	13.84
4	66	7	8	1	2	2	15.98%	8.45	9.72
5	57	8	8	3	3	3	35.27%	9.94	12.17
6	64	8	9	0	1	1	20.37%	8.82	10.28
7	40	12	11	5	0	6	44.03%	10.53	13.29
8	54	12	11	4	0	3	40.00%	10.26	12.77
9	61	9	9	2	2	1	23.95%	9.11	10.74
10	59	5	7	1	3	3	28.09%	9.42	11.26
11	65	9	13	5	10	10	55.80%	11.30	14.78
12	20	10	17	3	7	8	60.00%	11.56	15.31
13	37	22	14	4	6	6	63.96%	11.81	15.82
14	34	19	15	7	6	7	67.91%	12.05	16.32
15	37	20	16	7	8	10	72.66%	12.30	16.92
16	39	21	16	8	7	8	76.17%	12.45	17.37

Figura 4.5: Conclusiones Sistema Experto
Fuente: Elaboración Propia elaborada en Matlab

Finalmente y antes de pasar a la prueba de normalidad se consolidaron las conclusiones del sistema como del humano para procesarlas y determinar su grado de diferencia. La herramienta software que sirvió para este efecto es IBM SPSS Statistics que es usado de ahora en adelante en todo el proceso de la prueba de hipótesis en los cálculos rutinarios.

DatosPruebaHipSEValido.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

1 : DiagRiesExpHum 14.32 Visible: 11 de 11 variables

	Caso	Edad	ExpRetiro	AcepPeridas	PredInv RV	AcepRies Ing	SufPatr Retiro	DiagRies ExpHum	DiagTolerancia RiesgoSistExp	DiagRetorno SistExp	DiagRies SistExp
1	1	26	24	18	2	3	4	14.32	51.95	11.05	14.29
2	2	68	10	9	2	3	3	11.81	32.23	9.72	11.79
3	3	37	21	17	2	2	4	13.82	48.38	10.82	13.84
4	4	66	7	8	1	2	2	9.70	15.98	8.45	9.72
5	5	57	8	8	3	3	3	12.19	35.27	9.94	12.17
6	6	64	8	9	0	1	1	10.29	20.37	8.82	10.28
7	7	40	12	11	5	0	6	13.26	44.03	10.53	13.29
8	8	54	12	11	4	0	3	12.79	44.00	10.26	12.77
9	9	61	9	9	2	2	1	10.75	23.95	9.11	10.74
10	10	59	5	7	1	3	3	11.28	28.09	9.42	11.26
11	11	65	9	13	5	10	10	14.77	55.80	11.30	14.78
12	12	20	10	17	3	7	8	15.30	60.00	11.56	15.31
13	13	37	22	14	4	6	6	15.81	63.96	11.81	15.82
14	14	34	19	15	7	6	7	16.33	67.91	12.05	16.32
15	15	37	20	16	7	8	10	16.93	72.66	12.30	16.92
16	16	39	21	16	8	7	8	17.36	76.17	12.45	17.37

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Figura 4.6: Consolidación de datos y conclusiones
Fuente: Elaboración Propia elaborada en IBM SPSS Statistics

Retomando la prueba de normalidad, se corroboró utilizando la prueba Chapiro Wilk. Esta prueba permitió confirmar que las variables que representan las conclusiones del sistema experto y del especialista humano se comportan de manera normal. El proceso de cálculos fue realizado en IBM SPSS Statistics, por lo que se incluyen sólo los resultados finales que emite este software.

Para comprobar que las conclusiones antes mencionadas son normales los P-valores deben ser superiores a alfa que representa el margen de error.

NORMALIDAD

Prueba Komorogrov – Simrnov muestras grandes, más de 30 individuos

Chapiro Wilk para muestras pequeñas, menos de 30 individuos

Criterio para determinar Normalidad:

- P-Valor $\geq \alpha$, Entonces Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal
- P-Valor $< \alpha$, Entonces Aceptar H_1 = Los datos No provienen de una distribución normal

[P-Valor(Experto Humano) = 0.734] $>$ ($\alpha = 0.05$)

[P-Valor(Sistema Experto) = 0.717] $>$ ($\alpha = 0.05$)

CONCLUSIÓN

Los diagnósticos provienen de una distribución **normal**

En la siguiente figura se puede evidenciar los resultados producidos por el software estadístico, en este caso se presentan por defecto las dos pruebas, pero la que se consideró es la de Shapiro Wilk.

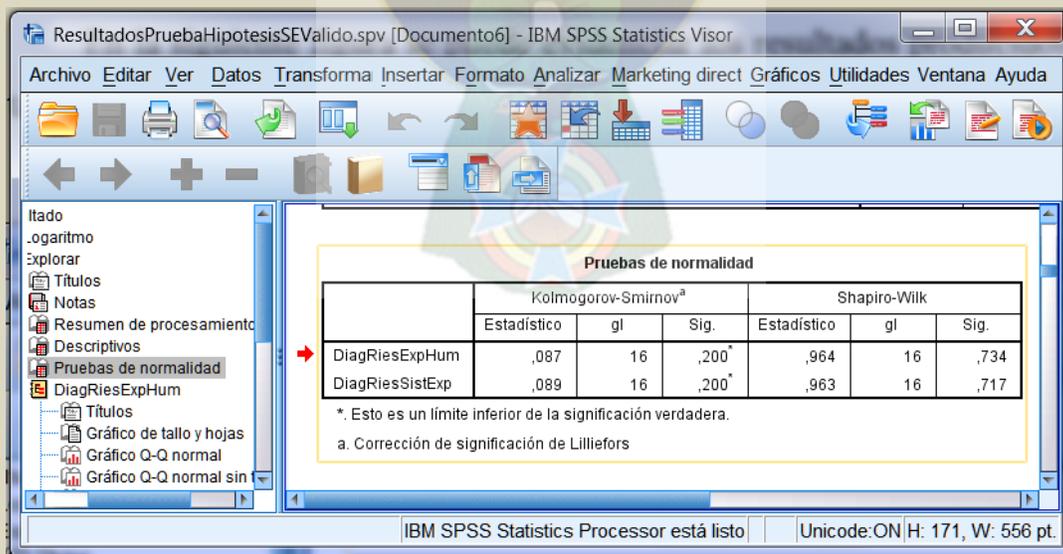


Figura 4.7: Prueba de normalidad

Fuente: Elaboración Propia elaborada en IBM SPSS Statistics

4.2.5. DECISIÓN ESTADÍSTICA

Para concluir la demostración de la hipótesis resta mostrar la comparación del P-valor de la prueba t Student con el margen de error elegido:

CRITERIO DE DECISIÓN

- Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechazar H_0 (Se acepta H_1)
- Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no rechazar H_0 (Se acepta H_0)

(P-valor = 0.558) $>$ ($\alpha = 0.05$)

CONCLUSIÓN: Se acepta la Hipótesis nula

No hay diferencia significativa entre las determinaciones tomadas por el Experto Humano y el Sistema Experto Informático.

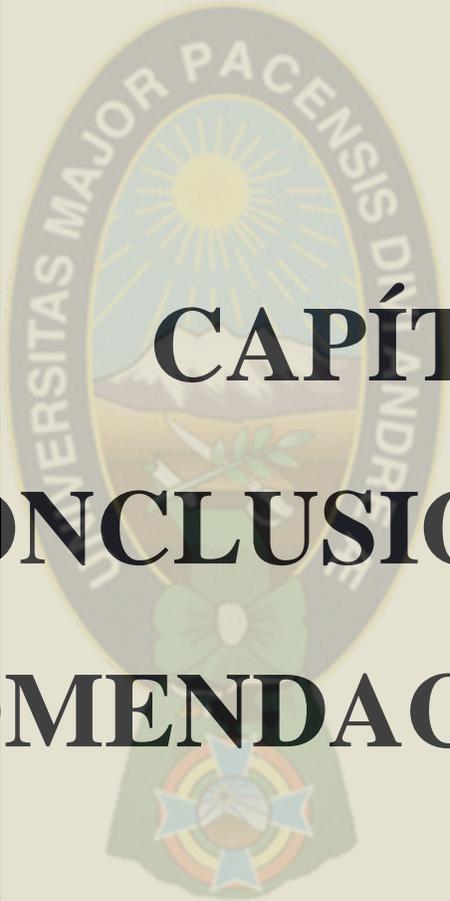
En la figura siguiente se muestra los resultados de la prueba t Student para pruebas emparejadas, donde la columna “Sig. (bilateral)” es el P-valor que se usó evaluar el criterio de decisión.

		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior			
Par 1	DiagRiesSistExp - DiagRiesExpHum	-.00250	.01807	.00452	-.01213	.00713	-.553	15	.588

Figura 4.8: Prueba de muestras emparejadas
Fuente: Elaboración Propia elaborada en IBM SPSS Statistics

En consecuencia se logró demostrar estadísticamente la hipótesis: “El Sistema Experto, por medio de la base de hechos, conocimientos y formalización de reglas a partir de la lógica difusa, permite ayudar en el diagnóstico de perfil de inversionista y apoyar en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores, maximizando rentabilidades pero minimizando riesgos de pérdidas económicas con una confiabilidad del 95 %”, con el argumento de que no existen diferencias significativas entre los diagnósticos entre sistema experto y especialista humano.





CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. INTRODUCCIÓN

En la presente sección se detallan, a manera de cierre del trabajo de grado, el estado tanto de los objetivos como de la hipótesis, ambos recopilados bajo el título de Conclusiones; por otra parte los trabajos futuros y las líneas de investigación serán resumidos con la denominación de Recomendaciones.

5.2. CONCLUSIONES

La conclusión general del presente trabajo de grado, respecto del estado de los objetivos trazados y redactados en el primer capítulo, radica en que es posible el desarrollo del Sistema Experto con soporte para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores. Sin embargo existen otras conclusiones que son extraídas de los objetivos secundarios y que se muestran en los siguientes párrafos.

El apoyo que proporciona el Sistema Experto sobre decisiones bursátiles posibilita la obtención de portafolios de inversión óptimos, lo que implica máximos rendimientos según la tolerancia al riesgo que tenga el inversionista. Este prototipo software emula la experiencia de expertos en el tema, porque tiene la capacidad de, en base a ciertas características, determinar la tolerancia al riesgo del potencial inversor, determinando así un perfil de inversionista para proponer de manera adecuada y personalizada una inversión óptima.

El portafolio óptimo mencionado en el párrafo anterior es obtenido en el proceso basado en la Teoría de la Cartera Optima propuesta por Horwitz que, como se mencionó en el marco teórico, se basa en las cotizaciones de los instrumentos de inversión y en consecuencia en sus rentabilidades.

La manera de garantizar un portafolio de inversión óptimo con los más altos rendimientos, dado un nivel de tolerancia al riesgo, es seleccionar un portafolio que está en la frontera eficiente.

Por otro lado, se logró que el Sistema Experto sea flexible tanto en sus entradas como en sus salidas, mediante la formalización de las reglas de decisión usando la Lógica Difusa como herramienta, misma que permite la gestión imprecisa de información. Esto gracias a la caja de herramientas Fuzzy Tool Box que permite modelar la inferencia difusa.

El sistema experto tiene la posibilidad de determinar el portafolio eficiente en base a la frontera eficiente gracias a Matlab, pues ésta herramienta software contiene una caja de herramientas financieras denominada Financial Tool Box que facilitó el desarrollo del prototipo.

Las cajas de herramientas mencionadas en los dos últimos párrafos facilitaron en gran medida el desarrollo del prototipo del Sistema Experto, sin embargo éstas no están disponibles para entorno de desarrollo web. Es la razón por la que el prototipo es una aplicación de escritorio. Lo mencionado anteriormente imposibilitó el cumplimiento del objetivo de hacer público (en la web) al Sistema Experto, sin embargo el uso de este software no es restringido.

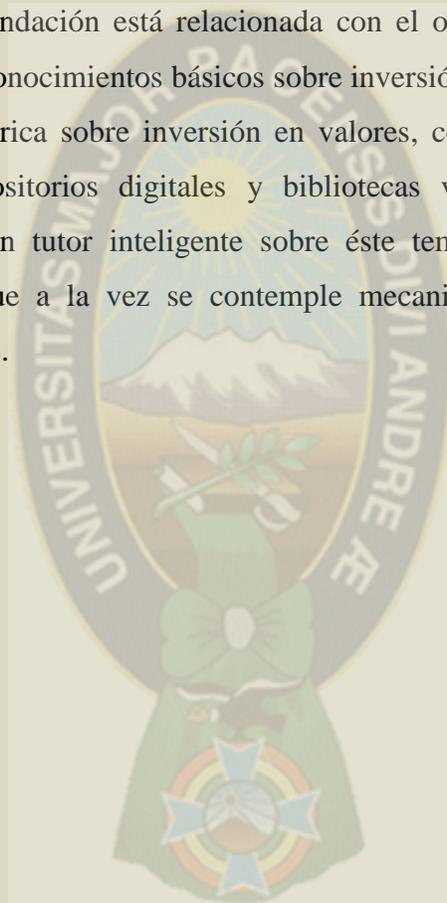
Respecto de la hipótesis se logró demostrar que el Sistema Experto, permite ayudar en el diagnóstico de perfil de inversionista y apoyar en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores con una fiabilidad de más del 95%. Esto quiere decir que haciendo un estudio estadístico comparativo entre el Sistema Informático Experto y el Experto Humano, se determinó que sus diagnósticos son similares en más del noventa y cinco por ciento de los casos.

5.2. RECOMENDACIONES

La primera recomendación va como consecuencia de lo expuesto en el penúltimo párrafo de la sección conclusiones, que tiene que ver con la ampliación del acceso al Sistema Experto por parte del público en general pero principalmente para los potenciales

inversores. Al ser, el Sistema, Experto, una aplicación de escritorio, el uso del software está limitado a aquellas personas que tengan acceso al archivo ejecutable, es mejor que el sistema esté disponible en la web. De por medio está la investigación de la posibilidad de uso de las cajas de herramientas en un entorno web o la búsqueda de librerías o cajas de herramientas similares. Con lo anterior sería posible la migración a una plataforma web, haciendo las correcciones necesarias o realizando una reingeniería al software prototipo de la presente tesis de grado.

La segunda recomendación está relacionada con el objetivo de generar una base teórica para proporcionar conocimientos básicos sobre inversión en mercados de valores. Si bien se generó la base teórica sobre inversión en valores, con la posibilidad del acceso desde la web desde repositorios digitales y bibliotecas virtuales, se considera más apropiado el desarrollar un tutor inteligente sobre éste tema que permita mostrar los conceptos básicos pero que a la vez se contemple mecanismos de asegurar la buena comprensión de los mismos.



BIBLIOGRAFÍA

El material bibliográfico utilizado para la elaboración del presente trabajo de grado se detalla en forma de lista a continuación.

Libros Consultados

- Nebendahl, Dieter. “Sistemas Expertos”. Barcelona MARCOMBO, S.A. 1991.

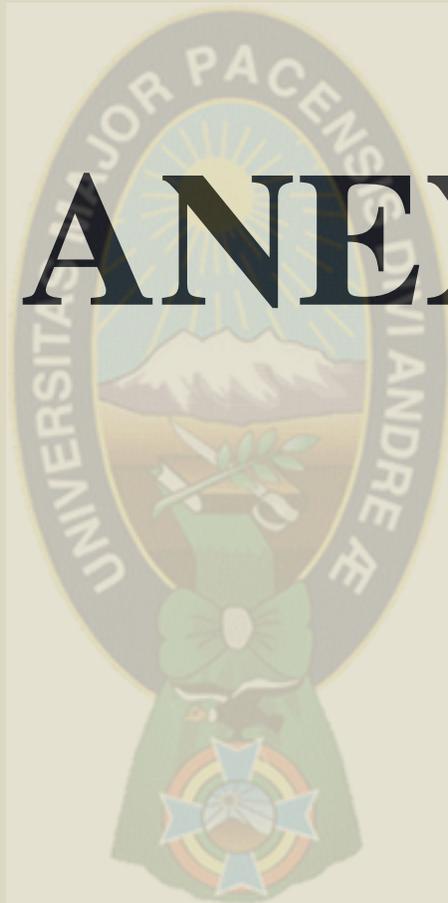
Tesis de Grados Conculados

- Juliana Borge Vergara, María Natalia Cervantes Luna. “Portafolios de inversión: una alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería”. Bogotá 2012. Universidad del Rosario. Facultad de Administración.
- Grover Iván Medina Segura. “Sistema de gestión financiera SCEF para participantes de la Bolsa Boliviana de Valores S.A”. 2005. Biblioteca de la Carrera de informática de la UMSA T.1234
- Javier Salazar Bravo “Sistema de negociación electrónica Bolsa Bolivia de Valores S.A” 2001. Biblioteca de la Carrera de Informática de la UMSA T.602.
- Gina Claudia Cordero Mendoza “Modelo predictivo para la Bolsa Boliviana de Valores mediante Redes Neuronales Artificiales”. 2002. Biblioteca de la Carrera de Informática de la UMSA T.803.
- Oswaldo Epifanio Figueroa Domejean. “Sistema experto de análisis de estados financieros en base a razones”. 1991. Biblioteca de la Carrera de Informática T.016.
- Teófilo Condori Niura “Sistema experto de diagnóstico de crédito financiero personal”, 2012. Biblioteca de la Carrera de Informática de la UMSA T.2564.
- Diego Maxilimiano Guarachi Mayta. “Asesor financiero personal”. 2006. Biblioteca de La Carrera de Informática de la UMSA T.1332.

Fuentes electrónicas

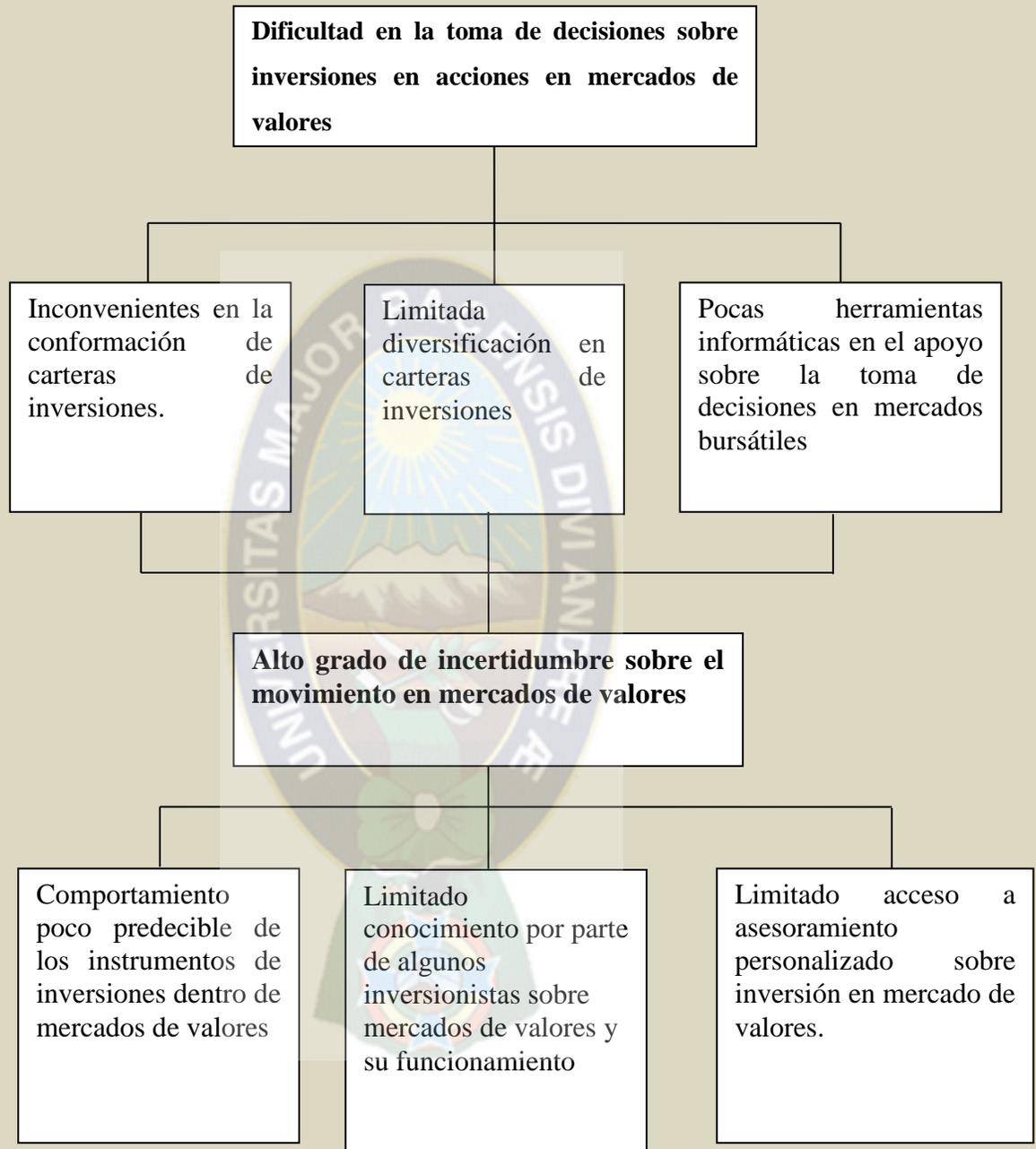
- Yara Landazuri-Aguilera, Rodolfo Valenzuela-Reynaga, Roberto Ruiz-Pérez y Mirna Yudit Chávez-Rivera. “Estructura de portafolios de inversión en acciones, caso Bolsa Mexicana de Valores, BMV”. Descargado el 05 de septiembre de 2014. www.javeriana.edu.co/fcea/cuadernos_contab/vol13.../vol13_32_3.pdf



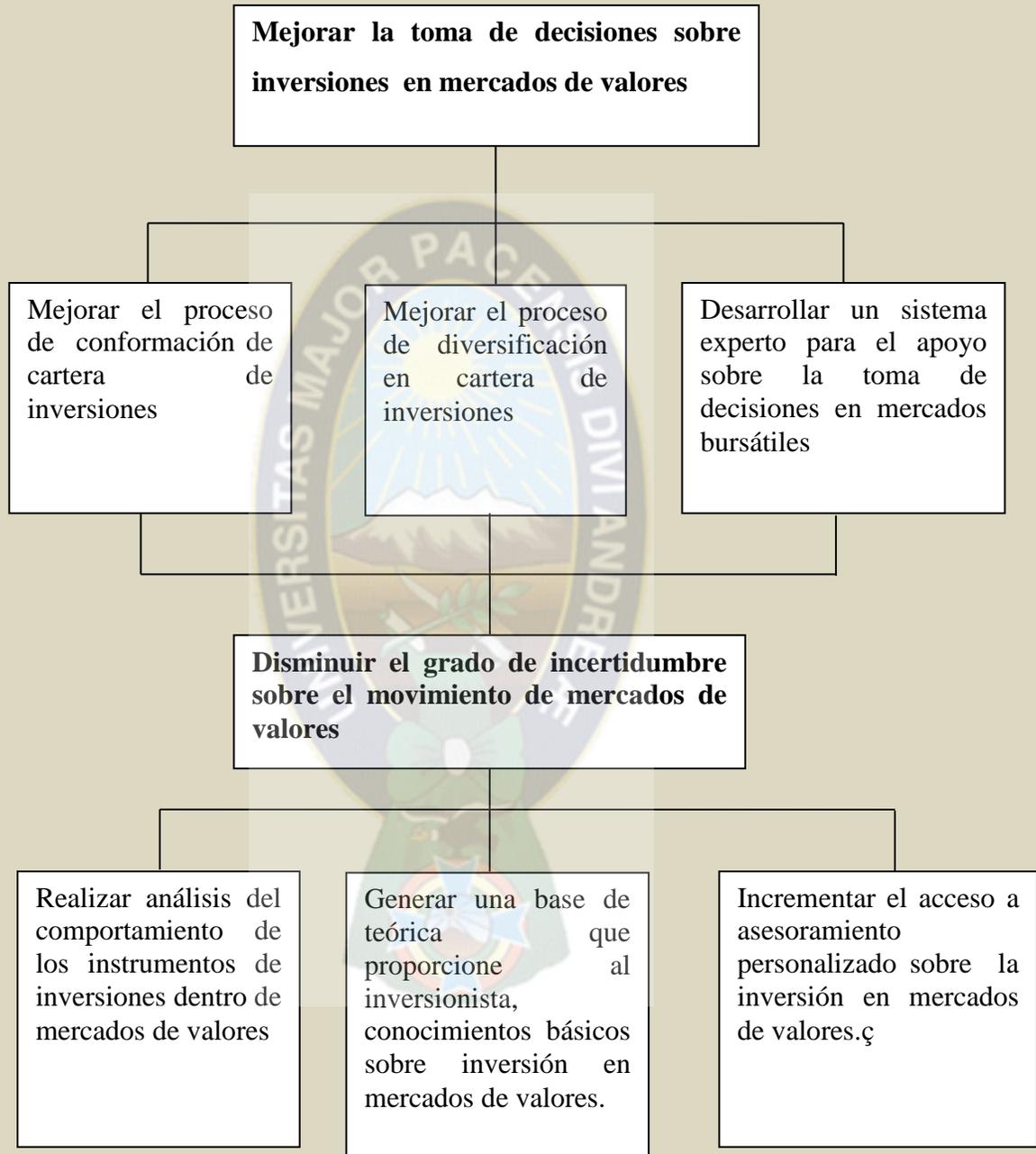


ANEXOS

ÁRBOL DE PROBLEMAS



ÁRBOL DE OBJETIVOS



MATRIZ DEL MARCO LÓGICO

DESCRIPCION	INDICADORES VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS (FACTORES EXTERNOS)
OBJETIVO GENERAL			
Desarrollar un sistema experto con soporte para el apoyo en la toma de decisiones sobre inversiones en mercados de valores, de tal manera que se maximicen rentabilidades pero además permita disminuir los riesgos	Tiempos consumidos usando el software mejorado y el antiguo	Comparación de tiempos consumidos usando el software mejorado y el antiguo	Apoyo de expertos humanos
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
Dotar al Sistema Experto propuesto la capacidad de analizar y estructurar un conjunto de sugerencias sobre el comportamiento de los instrumentos de inversión para apoyar en la toma de decisiones bursátiles	Código fuente y documentación	Probar la funcionalidad del prototipo.	Apoyo de expertos humanos
Proporcionar al Sistema Experto propuesto la capacidad de mostrar combinaciones de diversificación de la cartera de inversiones	Código fuente y documentación	Probar la funcionalidad del prototipo.	Apoyo de expertos humanos
Generar una base teórica para proporcionar a los inversionistas, conocimientos básicos sobre inversión en mercados de valores.	Número de páginas con contenido sobre inversiones	Documento Tesis de Grado	Apoyo de expertos humanos y existencia de literatura específica
Hacer que el Sistema Experto sea público y esté disponible para las personas interesadas	Hacerlo disponible en la web	Acceder a través de un navegador.	Que existan librerías especializadas
Capturar conocimientos de expertos en inversiones en mercados de valores para imitar la pericia en el apoyo para la toma de decisiones en negociaciones bursátiles	Diagnósticos y sugerencias.	Comparación de resultados entre experto humano con el Sistema Experto	Apoyo de expertos humanos

CRONOGRAMA

El cronograma presentado a continuación es la elaboración preliminar y que contempla aspectos generales.

ACTIVIDADES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Redacción Capítulo I: Marco Introdutorio						
Capacitación						
Fase de Identificación						
Fase de Conceptualización						
Fase de Formalización						
Fase de Implementación						
Revisión de las cuatro fases						
Redacción Capítulo II Marco Teórico						
Redacción Capítulo III: Marco Aplicativo						
Redacción Capítulo IV: Prueba de Hipótesis						
Redacción Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones						

GLOSARIO INVERSIONES

***A

Abrazo del oso. Procedimiento de acoso de la empresa agresora a la empresa que quiere comprar, a través de un ultimátum a la Dirección de la empresa asediada.

Acción. En una compañía, la parte alícuota del capital de una sociedad mercantil. La acción es un título-valor y da derecho a una parte proporcional en el reparto de beneficios y a su cuota patrimonial correspondiente en la disolución de la sociedad. Da también derecho preferente en la suscripción de nuevas acciones y derecho de voto en las juntas generales. Puede ser nominativa o al portador, y total o parcialmente desembolsada. Si la sociedad es limitada, cada parte recibe el nombre de participación social.

Acciones cíclicas. Acciones que tienden a subir rápido de precio cuando la economía mejora o tienden a bajar rápidamente cuando las condiciones generales empeoran. Típicamente se ubican en esta categoría las acciones de empresas papeleras, automotrices, etcétera.

Acción común. Título que representa el derecho patrimonial de un inversionista en una sociedad anónima a través del capital social. Cada acción común concede idénticos derechos a todos sus tenedores.

Acción con opción. Acción que incorpora un derecho de opción de compra o venta.

Acciones en circulación. Acciones suscritas y pagadas que están en poder de los inversionistas.

Acciones ganga. Acciones emitidas a un precio menor del que figura en la oferta pública, en beneficio de la Dirección o de una parte del accionariado.

Acciones preferentes. Título valor patrimonial que tiene prioridad sobre las acciones comunes en relación con el pago de dividendos. Normalmente, el monto del dividendo es fijo y se pagan sólo si hubo utilidades. Generalmente no tienen derecho a voto. A veces se emiten con cláusula de conversión en acciones ordinarias.

Acción preferente convertible. Acción que recibe un dividendo fijo y tiene un derecho privilegiado al pago de dividendos. Puede opcionalmente convertirse en acción ordinaria en una fecha futura.

Acciones principales. Acción que recibe un dividendo fijo y tiene un derecho privilegiado al pago de dividendos. Puede opcionalmente convertirse en acción ordinaria en una fecha futura.

Activo. Parte del balance de situación de una empresa donde se representan sus bienes y sus derechos por extensión, se conoce con este nombre a todos los elementos que en él figuran.

Activo circulante. Son activos de fácil realización, tales como efectivo, mercancías, servicios, inventarios, cuentas por cobrar y demás recursos cuyo flujo normal de realización esté dentro de un periodo relativamente corto, que no exceda de un año.

Activo financiero. Son los valores: oro, dinero y créditos contra terceros, así como el nombre genérico que se le da a las inversiones mobiliarias (acciones, obligaciones, bonos, etcétera.)

Activo de liquidación. Un activo utilizado para saldar (cumplir) obligaciones de liquidación conforme a las reglas, reglamentos o prácticas comunes de un sistema de pago.

Activo sin riesgo. Es un bien, normalmente de carácter financiero, que asegura al propietario una renta y/o un precio de venta, antes de su compra.

Activo subyacente. Es un activo que, en los mercados de productos derivados, está sujeto a un contrato normalizado y es el objeto de intercambio. Es decir, es aquel activo sobre el que se efectúa la negociación de un activo derivado.

Activo total. Cualquier objeto físico (tangible) que se posea o derecho (intangibles) en propiedad, que tenga un valor en dinero, está constituido por la sumatoria de todos los activos, tangibles e intangibles, que posee la empresa.

Administración de riesgo. Es el proceso mediante el cual se identifica, se mide y se controla la exposición al riesgo. Es un elemento esencial para la solvencia de cualquier

negocio. La administración de riesgos asegura el cumplimiento de las políticas definidas por los comités de riesgo, refuerza la capacidad de análisis, define metodología de valoración, mide los riesgos y, establece procedimientos y controles homogéneos.

Administración de valores. Administración del servicio de pago de los ejercicios de derechos, en especie o en efectivo, que devenguen sobre los valores que se tienen en depósito.

Ahorro. El ahorro es la cantidad de dinero que separas de lo que vas teniendo y la guardas para utilizarla después.

A la par. Término empleado para indicar que un instrumento financiero se vende a valor nominal.

Almoneda. Palabra de origen árabe que se utiliza para referirse a la venta mediante subasta pública de bienes inmuebles sujetos a un litigio o a un remate público. Es convocada por las administraciones públicas y son adjudicadas al mejor postor.

Análisis financiero. Procedimiento para evaluar la estructura de las fuentes y usos de los recursos financieros. Se aplica para establecer las modalidades bajo las cuales se mueven los flujos monetarios y explicar los problemas y circunstancias que en ellos influyen.

Análisis fundamental. El estudio de todas las variables que afectan o potencialmente pueden afectar la oferta y la demanda de los valores, ya sea relacionadas directamente con la economía o por modificaciones al interior de la sociedad como pueden ser: cambio de nacionalidad de la sociedad, transformación de la sociedad, fusión con otra sociedad, emisión de acciones privilegiadas, amortización por la sociedad de sus propias acciones y emisión de acciones de goce, emisión de bonos o cualquier otra modificación del contrato social. Se realiza con el objeto de estimar el valor de la entidad y en consecuencia el valor de sus acciones para emitir recomendaciones de compra, retención o venta de dichas acciones.

Análisis de riesgo. Cálculo de la probabilidad de que los rendimientos reales futuros estén por abajo de los rendimientos esperados, esta probabilidad se mide por la desviación estándar o por el coeficiente de variación de los rendimientos esperados.

Análisis de sensibilidad. Simulaciones de escenarios mediante los cuales se busca observar los cambios en los resultados del modelo, obtenidos con base en variaciones de sus principales variables.

Aversión al riesgo. Nivel de tolerancia a la volatilidad de un inversionista. Junto con las expectativas de rentabilidad, constituye uno de los factores que hay que considerar al diseñar una cartera de inversión.

Autenticación. Los métodos utilizados para comprobar la identidad de una institución, de una persona o de un dispositivo de hardware relacionado con actividades del sistema de pagos y para confirmar que un mensaje no ha sido modificado o remplazado mientras estuvo en tránsito.

****B

Back office. Conjunto de actividades contables, financieras y administrativas generadas por la confirmación escrita de una operación negociada por los agentes del front office de una sociedad bursátil. Término con el que se conoce en el extranjero a aquella persona o entidad que actúa como intermediario entre un comprador y un vendedor en transacciones de valores, cobrando una comisión.

Baile de cifras. Alteración involuntaria en el orden de dos o más dígitos o números. Para evitarlo, se utiliza una última cifra como código de verificación o dígito de control.

Balance operacional del sector público. Estado que muestra las operaciones financieras de ingresos, egresos y déficit de las dependencias y entidades del sector público federal, deducidas de las operaciones compensadas realizadas entre ellas. La diferencia entre gastos e ingresos totales genera déficit o superávit económico.

Balanza de transferencias unilaterales netas. Es el registro de los activos financieros que no tienen contraprestación entre ellos y de las cuales se conocen dos tipos: privadas y gubernamentales. En el primer tipo de transferencias se encuentran las de emigrantes y remesas de trabajadores, los llevados por inmigrantes al exterior y los egresos de activos

financieros originados por remesas de trabajadores al resto del mundo; la de segundo tipo comprende créditos y donaciones del gobierno de un país a otro, sean otorgados o recibidos.

Bancarrota. Estado de insolvencia de un individuo o una empresa, en la que no existe la capacidad para pagar sus obligaciones según fueron originalmente convenidas.

Banco gestor. Banco que participa en la formación y dirección de un sindicato bancario, aunque sin la responsabilidad de un gestor líder.

Barrer. En un contexto bursátil, forma de operar que practican las grandes instituciones consistente en comprar paulatinamente paquetes de títulos que no sean suficientemente relevantes como para presionar la cotización a la alza.

Bienes de capital. Aquellos que no se destinan al consumo, sino a seguir el proceso productivo en forma de auxiliares o directamente para incrementar el patrimonio material o financiero (capital). Término aplicado comúnmente al activo fijo, que abarca algunas veces partidas o elementos que contribuyen a la producción. Es sinónimo de capital (o bienes) de producción, es decir, el capital empleado en la producción. Estos términos se refieren también a las formas materiales de los elementos de producción, tales como las máquinas, el equipo, etcétera, en contraste con valores de capital (o de capitalización) que es la medida monetaria de dichos elementos. Son los activos destinados para producir otros activos.

Blanquear. Legalizar fondos monetarios ilícitos o dinero negro a través de varios métodos, como transferencias de fondos entre sociedades o contabilización de beneficios o ventas superiores a las reales.

Boom. Palabra inglesa que se utiliza para designar un alza bursátil desmedida. Etapa anterior a un crack.

Broker. Término con el que se conoce en el extranjero a aquella persona o entidad que actúa como intermediario entre un comprador y un vendedor en transacciones de valores, cobrando una comisión. El broker actúa como agente, es decir, no toma ninguna posición

propia, si no que se limita a unir dos posiciones (compraventa) al precio que resulte satisfactorio para las dos partes.

Burbuja especulativa. Fuerte y continuado aumento del precio de un bien o activo financiero en su correspondiente mercado, que hace desviarse en exceso de su valor intrínseco. También se denomina burbuja de mercado, económica (cuando se refiere a un bien económico), o financiera.

Bursatilizar. Método de financiamiento de empresas basado en la venta o cesión de determinados activos a un tercero, que a su vez financia la compra emitiendo valores (los cuales se colocan entre los inversionistas).

***C

Call. Opción de compra que otorga a su propietario el derecho de comprar el activo subyacente negociado a una fecha de vencimiento determinada.

Cámara de compensación. Entidad que se encarga de centralizar y organizar los pagos y cobros dentro del mercado. Evita el movimiento físico de los títulos y proporciona agilidad al sistema.

Cambio estructural. Proceso estratégico que persigue propiciar un conjunto de transformaciones en la estructura económica y en la participación social, a través de cambios de fondo que corrijan desequilibrios estructurales fundamentales del aparato productivo y distributivo tales como falta de ahorro interno y desequilibrios de la balanza de pagos, modernización del aparato productivo y distributivo; descentralización de actividades productivas y de bienestar social; orientar el financiamiento a las prioridades del desarrollo; fortalecer al Estado impulsando al sector privado y social; saneamiento de las finanzas públicas, y reservar, movilizar y proyectar el potencial de desarrollo nacional.

Capital de riesgo. Recursos destinados al financiamiento de proyectos cuyos resultados esperados son de gran incertidumbre por corresponder a actividades riesgosas o a la incursión en nuevas actividades y/o mercados.

Captación. Se entiende que existe captación de recursos del público en el mercado nacional cuando: a) se solicite, ofrezca o promueva la obtención de fondos o recursos de persona indeterminada o mediante medios masivos de comunicación o b) se obtengan o soliciten fondos o recursos de forma habitual o profesional; en ambos casos, mediante actos causantes de pasivo directo o contingente quedando el intermediario obligado a cubrir el principal y en su caso los accesorios de los recursos captados.

Capitalización compuesta. En matemáticas financieras, cuando los intereses producido en cada uno de los periodos futuros, se acumulan al capital para producir nuevos intereses.

Cartera conservadora. Diseñada para inversionistas conservadores que se definen como personas adversas al riesgo, que buscan proteger el valor de su capital, mantener el poder adquisitivo de su patrimonio y prefieren los rendimientos estables. Su inversión es en instrumentos de deuda, a mediano plazo y con alta liquidez.

Cartera de inversión. Conjunto de inversiones financieras que cumplen con los objetivos de liquidez, rendimiento, plazo y riesgo fijados por el inversionista.

Cartera índice. Cartera de acciones que un inversor forma con los mismos valores que conforman un índice bursátil determinado y dando a cada acción la misma ponderación que tiene en el índice.

Cecoban. Institución privada cuyo objetivo es el de realizar procesos de compensación y transferencia de información de medios de pago al sector financiero. El Cecoban es la cámara de compensación de cheques y de trasferencias de bajo valor.

Cepis. Los Certificados de Participación Inmobiliaria (Cepis) son los títulos de crédito emitidos por el mercado de capitales con plazo de tres años, que ofrece al emisor la posibilidad de financiar proyectos de construcción y al inversionista la oportunidad de invertir en un instrumento cuyo rendimiento y valor de amortización está ligado con la tasa de inflación de los bienes inmuebles.

Chiringuito. Empresa de corretaje que tiene negocios con una clientela reducida y ofrece una gama de productos limitada.

Cobertura. Operación que pretende minimizar el riesgo de pérdidas financieras de una inversión mediante la utilización de instrumentos derivados.

Cobertura cambiaria. Es el mercado que proporciona a los participantes la oportunidad de cubrir riesgos cambiarios tanto de pasivos como de activos, denominados en dólares, euros o en yenes.

Corretaje. Actividad de intermediación definida por el Código de Comercio, referida a la compra o venta de bienes por cuenta de terceros.

Correlación. Mide el grado de relación entre dos activos durante un periodo determinado. Una correlación perfecta se da cuando dos activos se comportan exactamente de la misma manera. La correlación varía entre +1 y -1.

Crack financiero. Palabra inglesa que se utiliza para designar una caída bursátil desmedida. Etapa posterior a un boom, alzas extraordinarias en las bolsas de valores.

Crédito swap o doble. Son los que se conceden los bancos centrales entre sí. Con ellos se pretende resolver problemas de liquidez por falta de divisas. Actividad de intermediación definida por el Código de Comercio, referida a la compra o venta de bienes por cuenta de terceros.

***D

Dealer (el principal de la negociación). Es la persona o entidad que actúa como “principal” en una transacción de valores o papeles. El dealer actúa por cuenta y riesgo propio, tomando posiciones ya sea de vendedor o comprador. Es un intermediario de valores que mantiene un inventario de algunos instrumentos financieros y de esta forma proporciona

liquidez para dichos instrumentos, a la vez que obtiene ganancias de las transacciones realizadas.

Deflactar. Convertir una cantidad expresada en términos nominales en otra expresada en términos reales, habitualmente se utiliza el IPC para llevar a cabo dicha operación.

Diferencial. En un sentido amplio, es la cantidad que resulta de la diferencia entre el precio de compra y el precio de venta en una transacción financiera. En los créditos de interés variable, se refiere a la tasa prime que se pone sobre el tipo de interés de referencia.

Dinero caliente. Dinero muy líquido que se mueve libremente de una divisa a otra o de un activo a otro ante el menor cambio de expectativas en las cotizaciones de las divisas, en los tipos de interés o en los precios relativos

Discrecional. Un contrato de Intermediación Bursátil es cuando el cliente le da la libertad a su promotor de valores de realizar movimientos en sus portafolios para mejorar sus inversiones. Por el contrario, cuando el contrato es no discrecional, el cliente lleva el mismo control de sus inversiones.

Diversificación. Operación de estructurar una cartera con diferentes clases de valores, con objeto de disminuir el riesgo.

Dividendo. Reparto que se hace a los accionistas de las utilidades obtenidas por la empresa en determinado ejercicio, su importe es decretado por la Asamblea General de Accionistas. Los dividendos pueden ser en efectivo o en especie (acciones).

Divisa bilateral. Divisa utilizada en la liquidación de operaciones entre países que han suscrito convenios bilaterales.

Divisa fuerte. Aquella divisa que mantiene cierta estabilidad cambiaria y que generalmente comprende a países de baja inflación.

***E

Elasticidad. Relación del cambio porcentual en una variable dependiente ante un cambio de una unidad porcentual en una variable independiente.

Emisión. Acto de oferta al público de títulos-valores de renta fija o variable. Conjunto de títulos que son ofrecidos al público en una fecha determinada.

Emisora. Entidad que capta fondos por medio de la emisión de valores.

En custodia. Servicio de conservación de un activo, incluyendo en ciertos casos su administración, por ejemplo, el cobro de dividendos. Un activo está bajo el control de un tercero, a libre disposición del propietario o como garantía de una obligación.

Especulación. Inversión a corto plazo con alto riesgo y expectativas de alto rendimiento.

***F

Factor de riesgo. Cualquier contingencia, previsible o no, de carácter económico, político o social, interno o externo, permanente o coyuntural, que pueda poner en peligro el normal funcionamiento de la actividad empresarial.

Fecha valor. Día en que un pago se debe acreditar al participante receptor en un sistema de pago. La fecha valor para el cliente del participante receptor (esto es, el día en que el participante receptor acredita al cliente en sus libros) puede ser este mismo día o no, dependiendo de los acuerdos específicos o de las prácticas locales.

Financiamiento. Es el conjunto de recursos monetarios financieros para llevar a cabo una actividad económica, con la característica de que generalmente se trata de sumas tomadas a préstamo que complementan los recursos propios. Recursos financieros que el gobierno obtiene para cubrir un déficit presupuestario. El financiamiento se contrata dentro o fuera del país a través de créditos, empréstitos y otras obligaciones derivadas de la suscripción o emisión de títulos de crédito o cualquier otro documento pagadero a plazo.

Financiamiento bancario. Son los créditos concedidos por el sistema bancario a las familias, empresas privadas y sector público, así como valores emitidos por empresas privadas, sector público y banco central adquiridos por el sistema bancario.

Fondos de corto plazo. Adecuados para satisfacer las necesidades de liquidez, cuentan con disponibilidad inmediata. Sus rendimientos son generalmente estables y poco sensibles a los cambios en las tasas de interés.

Fondos de mediano plazo. Apropriados para invertir recursos destinados a gastos programados (renta, seguros, colegiaturas, viajes, etcétera, o ahorros de mediano plazo. Sus rendimientos pueden presentar variaciones moderadas por los cambios en las tasas de interés, aunque ofrecen mejores rendimientos que los de corto plazo.

Fondos de largo plazo. Indicados para ahorros de largo plazo: fondos para el retiro, compra de inmuebles, etcétera. Pueden tener variaciones importantes en los precios en el corto plazo, pero en el largo plazo, ofrecen los rendimientos más altos. Tienen restricciones de liquidez.

Fondo de reserva. Fondo establecido en 1980 para la protección de los inversionistas contra la contingencia de sufrir una pérdida patrimonial en el mercado de valores, en caso de una mala administración del intermediario.

Fondos éticos de inversión. Fondos de inversión cuyos activos son elegidos según criterios éticos y de responsabilidad social por parte de las sociedades representadas. El fondo suele tener una comisión para filtrar los activos siguiendo distintos criterios, desde cuestiones medioambientales hasta la experimentación con animales. Se destina un porcentaje de la comisión de gestión al patrocinio de actividades de carácter social.

***G

Ganancia de Capital. La que se obtiene al vender un valor bursátil a un precio mayor que aquel en que se adquirió.

Garantía. Un activo que entrega el garante para asegurar un pago o el cumplimiento de una obligación a la parte que acepta esa garantía. Por ejemplo, los participantes de un sistema de pagos depositan en el banco central garantías para asegurar sus obligaciones con respecto a la concesión de liquidez intradía. Los acuerdos de garantía pueden adoptar diversas formas legales: utilizando un método de transferencia absoluta de titularidad (Vg. un repo) o por pignoración. Normalmente se utilizan como garantías activos líquidos, como títulos del Estado y efectivo.

Gestión del riesgo en tiempo real. Proceso que permite gestionar de forma inmediata y continua los riesgos inherentes a los pagos entre los participantes de un sistema de pago.

Grupos financieros. Son las asociaciones de intermediarios de distinto tipo, con reconocimiento legal que se comprometen a seguir políticas comunes y a responder conjuntamente de sus pérdidas. Entre las ventajas que implican estos grupos destaca la posibilidad de que sus integrantes actúen de manera conjunta, ofreciendo servicios complementarios al público.

***H

Hora de las brujas. Última hora en que el mercado de las bolsas de valores estadounidenses está abierto el tercer viernes de marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año , cuando las opciones y los futuros sobre los índices bursátiles (benchmarks) llegan a su vencimiento al mismo tiempo.

Horizonte de inversión. Es el tiempo necesario para que el fondo cumpla su objetivo.

***I

Indizar. Relacionar el valor de un bien con otro, de modo que cualquier variación en el valor del segundo se refleje automáticamente en el primero. Registrar datos e informaciones ordenadamente con el fin de elaborar un índice.

Indexación. Es una metodología para administrar inversiones. El administrador compra y retiene todos los valores que conforman un determinado segmento del mercado o índice.

Información privilegiada. Información relativa a una emisora de valores, aún no divulgada entre el público inversionista y cuyo conocimiento puede influir en los precios de cotización de los valores.

Institución financiera. Entidad que interviene en los mercados y cuya actividad consiste en captar o intermediar fondos del público e invertirlos en activos como títulosvalores, depósitos bancarios, etcétera.

Institución liquidadora. Institución a través de cuyos libros se producen las transferencias entre participantes con el fin de lograr la liquidación en un sistema de liquidación.

Interés adelantado. Monto de interés que se pretende cobrar o documentar con antelación a que transcurra el tiempo en el que este se devenga. En los créditos, préstamos o financiamientos de las entidades que otorgan crédito, el pago de los intereses no puede ser exigido por adelantado, sino por períodos vencidos.

Interés compuesto. Rédito que se acumula al capital que lo produce, para aumentarlo y producir a su vez, nuevos intereses.

Intermediación bursátil. Es la actividad que realizan las casas de Bolsa al contactar a compradores y vendedores de valores.

Inversionistas institucionales. Intermediarios financieros con alta capacidad de inversión, entre los que figuran sociedades de inversión, fondos de pensiones y otras entidades como las compañías aseguradoras y afianzadoras.

Inversionista. Persona física o moral que destina sus recursos a la adquisición d títulos, con el fin de obtener un ingreso regular, realizar una ganancia de capital o percibir dividendos.

***J

Jurisprudencia. Precedentes establecidos en casos judiciales previamente resueltos que pueden influir en las futuras interpretaciones de la ley o en la disposición de futuros casos judiciales.

***L

Líder de mercado. Empresa o marca que tiene la mayor cuota de mercado de un determinado producto o servicio. Normalmente tiene el mayor reconocimiento de marca y, en muchos casos, el precio y la calidad más altos.

Liquidación. Conclusión de un negocio o proyecto mediante la venta de todos sus activos y la cancelación de todas sus deudas. Darle vencimiento a un activo financiero mediante su conversión a efectivo, típicamente por medio de su venta.

Liquidación de intradía. Fondos a los que se puede acceder durante la jornada hábil, generalmente para que las instituciones financieras puedan realizar pagos en tiempo real.

Liquidez. Calidad de un valor para ser negociado en el mercado con mayor o menor facilidad. Es la facultad del inversionista para convertir sus títulos en efectivo en corto tiempo, con una pérdida mínima o sin pérdida alguna en su valor de mercado.

Límite de crédito. Límite a la exposición crediticia en la que incurre un participante del sistema de pago con respecto a otro participante (límite bilateral) o con respecto a los demás participantes (límite multilateral) como resultado de recibir pagos que aún no han sido liquidados.

***M

Maula. Inversión o producto que ha dejado de ser interesante. Puede ser una acción u obligación, cuyo valor ha bajado en picada o una emisión de valores que no se ha vendido bien. También se aplica a las mercancías que se han quedado obsoletas.

Media móvil. Promedio que suaviza la curva de precios de un determinado valor y se convierte en una línea curva de tendencia. Es uno de los instrumentos más utilizados en el análisis técnico.

Mercado de valores. Mercado organizado para la compra-venta de valores (inversiones financieras). Está compuesto por varios mercados: mercado de Capitales (para inversiones a largo plazo),

Mercado de Dinero (para inversión a corto plazo), Mercado Primario (para la misma emisión de valores) y Mercado Secundario (para la compra-venta de valores ya emitidos).

***N

Nominativo. Documento emitido a nombre de una persona física o jurídica.

Notas estructuradas. Inversión que combina distintos instrumentos de mercado de capitales con un producto de cobertura para garantizar el cumplimiento de un escenario (capital al vencimiento).

Nueva emisión. Activo que se ofrece al público por primera vez. Puede haberse emitido el mismo tipo de valor antes, por ejemplo, una ampliación de capital previa.

***O

Obligación. Título-valor de renta fija. Generalmente, el tipo de interés es fijo y pagadero semestralmente, con plazo de amortización superior a tres años. Si el interés puede fluctuar, se le llama obligación de interés variable.

Oferta del padrino. Oferta de adquisición de una empresa que lanza un tercero a un valor económico tan alto que su rechazo por parte de los accionistas es casi imposible.

Oferta pública. Es la que se hace por medio de comunicación masiva o una persona indeterminada para suscribir o enajenar títulos o documentos.

Operadores. Personas físicas designadas y apoderadas por una Casa de Bolsa y autorizadas por la Comisión Nacional Bancaria de Valores (CNBV) y por la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), facultados para realizar operaciones de compra y venta de valores bursátiles a través de sistemas electrónicos.

*****P**

Paraísos fiscales. Estados o territorios donde los impuestos son muy bajos o no existen, o bien conceden privilegios de algunos impuestos a diferentes personas o empresas.

Parámetros de riesgo. Coeficientes que miden el impacto en el precio de una opción de cambios en algunas variables claves. Se designan con letras griegas, como delta, gama, vega, theta y ro.

Paridad. Valor comparativo de una moneda en relación con otra o con un conjunto ponderado de otras. Cotización o tipo de cambio de una divisa. Igualdad entre el valor nominal y el efectivo de un título o valor.

Plan de penalidades. Plan de acumulación de un fondo de inversión en el cual los cargos de venta por toda la obligación se deducen de las acciones compradas durante los primeros años en que el plan es efectivo. En caso de que los inversionistas rediman sus acciones después de un corto tiempo, únicamente una pequeña porción del precio de compra será reembolsada.

Plan de pago periódico. Plan en el cual un inversionista hace una inversión mensual o trimestral en un fondo mutuo como método para acumular acciones en un periodo de varios años

Ponderación. Consideración equilibrada y compensación que se da a unos argumentos o valores, proporcionalmente a su peso o importancia.

Portafolio. Colección de valores que le pertenece a un individuo o a una institución (como un fondo). El portafolio de un fondo puede incluir una combinación de acciones, bonos, y valores de mercado de divisas).

***R

Rendimiento. Beneficio que produce una inversión por medio de ganancias, capital, intereses o dividendos, normalmente expresado como un porcentaje del monto invertido.

Reporto. Operación del mercado de dinero en que la Casa de Bolsa garantiza una tasa de rendimiento al inversionista por medio de un compromiso de recompra de su inversión.

Repo (pacto de recompra) Contrato bajo el cual un inversionista vende un valor y acuerda readquirir el valor más tarde, en un plazo y a un precio especificados. El comprador gana interés competitivo con tasa de mercados monetarios.

Reorganización triangular. Adquisición o fusión que implica el uso de una filial. Un caso típico sería aquel en que la compañía elegida como beneficiaria se fusionara con la filial de la compañía adquirente.

Riesgo de crédito. La posibilidad que el emisor de un bono incurra en incumplimiento, fallando en rembolsar capital o interés según lo prometido. “riesgo de crédito” es conocido también como “riesgo de incumplimiento”.

Riesgo de inflación. La posibilidad que el valor de los activos o de los ingresos sean erosionados por inflación (alza del costo de mercancías y de servicios). Se mencionan riesgos de inflación en relación con fondos conservadores de renta fija. Aunque los fondos de deuda pueden minimizar la posibilidad de perder el capital, exponen al inversionista a riesgos de inflación.

Riesgo de moneda. Posibilidad de una fluctuación de precio del valor, en dólares, de acciones internacionales como consecuencia de cambio de paridad de la moneda.

***S

Símbolo. Código identificador de cinco dígitos asignado a cada fondo por el NASDAQ. Este código es utilizado para identificar el fondo correcto en todas las transacciones. Este

símbolo sólo puede parecerse vagamente al listado del periódico -esos tienden a ser abreviaciones fonéticas de nombres de fondos.

Sobre la par. Por encima del valor nominal del título.

Sociedades de inversión. Sociedades anónimas constituidas con el objeto de adquirir valores y documentos seleccionados de acuerdo con el criterio de diversificación de riesgos y con recursos proveniente de la colocación de las acciones representativas de su capital social entre el público inversionista.

Sociedades de inversión de instrumentos de deuda. Estas sociedades sólo pueden invertir en instrumentos de deuda y cuya utilidad y pérdida neta se asigna diariamente entre los accionistas.

Sociedades de inversión de renta variable. Fueron las primeras en aparecer en el país y sus activos se invierten en valores de renta variable e instrumentos de deuda. Pueden invertir personas físicas y personas morales.

Suscripción. Es un compromiso de adquisición de valores en una emisión. También se emplea este término para hacer referencia a la compra de participaciones de un fondo de inversión

Servicios. Denominación genérica de aquellas compañías que ofrecen servicios públicos como electricidad, gas, agua o autopistas.

Swap. Instrumento financiero consistente en un contrato sobre un producto derivado que permite una permuta financiera. Por ejemplo, permite intercambiar la deuda en una divisa a otra o de un tipo de interés fijo a flotante, etcétera.

***T

Tendencia. Es el sentido (positivo o negativo) en el que se mueven los precios de los activos analizados. Se produce como consecuencia de los desequilibrios entre oferta y

demanda: cuando la demanda supera a la oferta, los precios tienden a subir y se habla de tendencia alcista.

Por el contrario, si hay más oferta que demanda la tendencia es bajista. Tenedor. Poseedor legal de un título o valor que se encuentra en disposición de ejercer los derechos políticos o económicos asociados a tal condición.

Timing (cronometrado) del mercado. Intentar cronometrar la compra y la venta de valores para que coincidan con las condiciones ideales del mercado

Transparencia. Calidad de un mercado financiero, en el que existe un flujo adecuado y suficiente de información por parte de las empresas y los mercados. La transparencia supone que se transmita al mercado de forma clara, veraz y equitativa toda la información relevante para los inversores.

Las empresas cotizadas deben difundir información periódica sobre sus datos financieros y contables, así como aquellos hechos relevantes que puedan afectar a la cotización del valor.

Traspaso entre fondos de inversión. Operación que consiste en el reembolso de un fondo y la inmediata suscripción de otro. También puede darse entre sociedades de inversión o entre fondos y sociedades

***V

Valores del Tesoro. Valores de ingreso fijo emitidos por el gobierno de EU. Incluyen: letras del Tesoro a corto plazo, vales del Tesoro, bonos del Tesoro a largo plazo.

Vencimiento. Fecha en la que expira un contrato financiero o en la que se devuelve el principal de un valor.

Valores punteros. Valores estrellas que encabezan una bolsa de comercio.

Valor nominal. En los títulos o acciones es la cantidad consignada en cada uno de ellos y representa el importe que la entidad emisora reconoce haber recibido. Valor indicado en un

activo financiero. Por ejemplo, un pagaré del tesoro de EU de 100 dólares tiene un valor nominal de 100 dólares.

Valor real. En contraste con el valor nominal, el valor real toma en cuenta la inflación, es decir, que deduce el efecto inflacionario.

VaR (Valor en Riesgo). Es el cálculo de probabilidades asociadas a las pérdidas potenciales el cual da una idea de la pérdida en que se puede incurrir en un cierto periodo

Volatilidad. Expresa el grado en que los resultados de un activo se dispersan o fluctúan con respecto a su rendimiento medio en un periodo dado.

***Z

Zona económica exclusiva. Área del mar cuyos recursos pueden ser explotados por un Estado. Se extiende desde el límite exterior del mar hasta 200 millas náuticas.

